

Институт экологии и природопользования

Т.В. Рогова, Н.Р. Шафигуллина, З.Ф. Зиятдинова

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

Для студентов специальности 020801.65 – «экология»
и бакалавров направлений подготовки 022000.62 и 05.03.06
«Экология и природопользование»

Казань — 2015

УДК 574

Печатается по решению учебно-методической комиссии
Института экологии и природопользования КФУ

Утверждено на заседании кафедры общей экологии ИЭИП КФУ
Протокол № 5 от 20.11.2014 г.

Авторы-составитель: д.б.н., проф. Т.В. Рогова
к.б.н. Н.Р. Шафигуллина
асп. З.Ф. Зиятдинова

Рецензент: д.б.н., проф. А.А. Савельев

Рогова Т.В., Шафигуллина Н.Р. Зиятдинова З.Ф. Общая экология. Учебно-методическое пособие – Казань, - 2015. – с 75

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов специальности 020801.65 – «экология» и бакалавров направлений подготовки 022000.62 и 05.03.06 «Экология и природопользование».

© Рогова Т.В., Шафигуллина Н.Р., Зиятдинова З.Ф. 2015
© Казанский университет, 2015

Содержание

ЗАДАНИЕ 1. АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ РЯДУ	5
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ 1	8
ЗАДАНИЕ 2. ВЫЯВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОПТИМУМОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ	11
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ 2	13
ЗАДАНИЕ 3. ЗАВИСИМОСТЬ АКТИВНОСТИ НАПАДЕНИЯ КРОВОСОСУЩИХ НАСЕКОМЫХ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	14
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ 3	17
ЗАДАНИЕ 4. ВОЗРАСТНАЯ И ПОЛОВАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ, ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ОСОБЕЙ В ПОПУЛЯЦИИ ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	19
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ 4	21
ЗАДАНИЕ 5. ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ: ОСНОВНЫЕ ПЕРИОДЫ ЖИЗНИ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ, ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛЕСОВ	27
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ 5	29
ЗАДАНИЕ 6. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ: ТИПЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ В ПРОСТРАНСТВЕ, ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ЗАКОНУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПУАССОНА	33
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ 6	36
ЗАДАНИЕ 7. ОЦЕНКА ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ВИДАМИ МЕТОДОМ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА СОПРЯЖЕННОСТИ	40
ЗАДАНИЕ 8. ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ: ЗНАЧИМОСТЬ ВИДОВ В СООБЩЕСТВЕ, КРИВЫЕ ЗНАЧИМОСТИ ВИДОВ	42
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ 8	45

ЗАДАНИЕ 9. ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ: ПОКАЗАТЕЛИ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ СООБЩЕСТВА, ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА	47
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ 9	50
ЗАДАНИЕ 10. ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА – ПИЩЕВЫЕ ЦЕПИ И СЕТИ	53
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ 10	55
ЗАДАНИЕ 11. АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ	59
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ 11	61
ЗАДАНИЕ 12. АНАЛИЗ СЕЗОННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗЛИЧ- НЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ (ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОКАЗАТЕЛЯ SPAD)	66
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ 12	68
ЗАДАНИЕ 13. ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ. РЕКРЕАЦИОННАЯ ДИГРЕССИЯ НА ПРИМЕРЕ СОСНЯКОВ ЗЕЛЕНОМОШНЫХ	69
ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАНИЮ 13	71
СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТАБЛИЦЫ	74

Задание 1

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ РЯДУ

Цель работы: Провести анализ изменения обилия видов растений по экологическому ряду в зависимости от фактора почвенного плодородия.

Обилие - это количество особей, установленное абсолютно путем подсчета или относительно, глазомерно, и отнесенное к единице пространства (площади, объема или маршруту наблюдения). Обилие может выражаться в относительных единицах, в т.ч. баллах или процентах, и в абсолютных, определяемых числом особей отнесенных к единице пространства.

Экологический фактор — любой элемент среды, оказывающий воздействие на живой организм и их совокупность.

Экологический ряд — шкала изменения интенсивности экологического фактора по градиенту среды.

Экологическая амплитуда (экологическая валентность вида) — значения фактора от минимальных до максимальных, в пределах которых отмечается вид в рассматриваемом градиенте фактора.

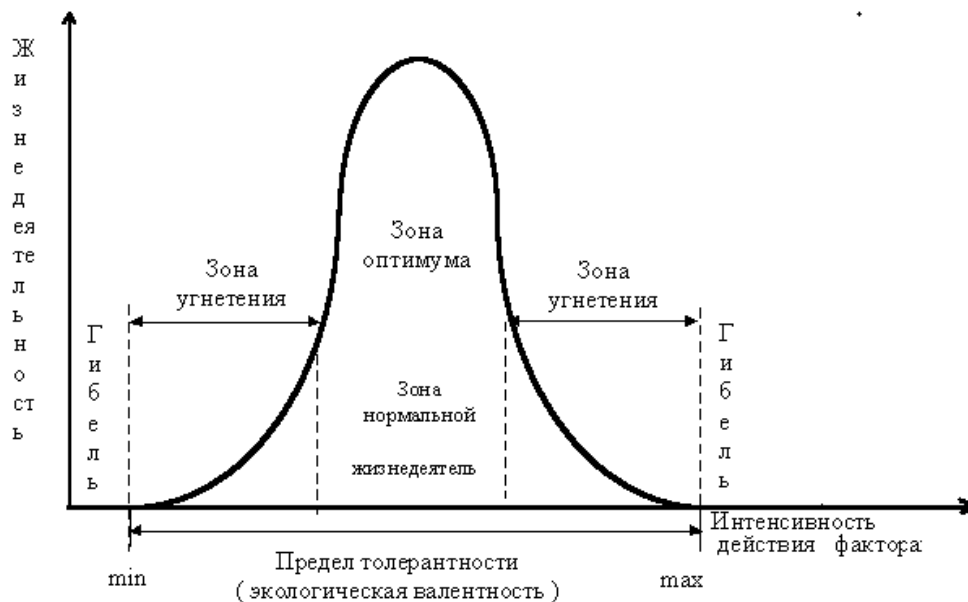


Рис. 1 Схема действия фактора среды на живые организмы

Олиготроф (от греческого oligos — малый, немногочисленный и trophe — питание) — растение, способное произрастать на бедных почвах из-за малой

потребности в элементах питания.

Мезотроф (от греческого *mesos* средний и *trophe* - питание), растения, обитающие на почвах с умеренным содержанием элементов минерального питания; занимают промежуточное положение между олиготрофами и эвтрофами.

Эвтроф (греч. *eu* - хорошо, *trophe* - питание) - растения, развивающиеся нормально только на богатых питательными веществами почвах.

Стенобионты (от греч. *stenos* – узкий, *бион* - живущий) - организмы, способные существовать лишь при относительно постоянных условиях окружающей среды. Имеют узкие пределы толерантности.

Эврибионты (от греч. *эври* — широкий, *бион* — живущий) — организмы, способные существовать в широком диапазоне природных условий окружающей среды и выдерживать их значительные изменения. Имеют широкие пределы толерантности.

Исходным материалом для данной работы послужили результаты геоботанического обследования на профиле, расположенном в Раифском участке Волжско-Камского заповедника. Профиль, заложенный с севера на юг, проходит через пять кварталов и охватывает пять растительных ассоциаций, смена которых обусловлена изменением - плодородия почвы. По ходу профиля соответственно растительным ассоциациям выделяется 5 зон. Плодородие почвы возрастает от зоны I к зоне V (табл. 1), что обусловлено в значительной степени изменением механического состава почвы от легких песчаных дерново-слабоподзолистых почв до тяжелосуглинистых темно-серых лесных почв.

По профилю заложено 54 площадки размером 10х10 м. На каждой из них проведен учет древостоя, подроста и подлеска (количество стволов на площадке), а также оценено проективное покрытие видов травяного покрова (в процентах).

Таблица 1

Растительные ассоциации, подтипы и механический состав
почвы по зонам

Зона (№ площадок)	Растительная ассоциация	Подтип и механический состав почвы
I (1-2)	Сосновая с елью брусничная	дерново-слабоподзолистые песчаные
II (3-33)	Сосновая с елью кисличная	дерново-среднеподзолистые супесчаные
III (34-37)	Елово-липовая костянично- снытевая	светло-серые лесные среднесуглинистые
IV (38-44)	Липовая с елью сныте-осоковая	серые лесные среднесуглинистые
V (45-54)	Липовая с дубом сныте- пролесниковая	темно-серые лесные тяжелосуглинистые

Порядок выполнения работы

1. Рассчитать среднее обилие вида для каждой растительной ассоциации.
2. Построить гистограммы распределения обилия отдельных видов по растительным ассоциациям.
3. Сделать выводы:
 - а) об экологической амплитуде указанных видов;
 - б) о наиболее оптимальных для них почвенных условиях по ходу рассматриваемого профиля;
 - в) о принадлежности рассматриваемых видов к экологической группе по отношению к фактору плодородия почвы.

Приложение к заданию 1

Таблица 2

Обилие древостоя, подроста и подлеска (количество особей)
на пробных площадках 10х10 м

ДРЕВОСТОЙ						ПОДРОСТ И ПОДЛЕСОК						
№ проб-ной пло- щади	Ель финская	Сосна обычно- венная	Береза повислая	Клен остролист- ный	Липа сердцевид- ная	Ель финская	Береза повислая	Бересклет боро- давчатый	Дуб общ.н.	Клен остролист- ный	Липа сердцевид- ная	Рябина обычно- венная
1	12	1				3			4		6	20
2	11	1				9			5		8	34
3	8					16	3	3	20		7	18
4	6	8				4	3	10	4	2	5	13
5	5	2				14	8	7		3	20	15
6	3	1				4	2	6	2		13	23
7	4	2				6	7	7	2	1	15	3
8	5					4	8	7	3	2	19	4
9	7	5				5		1	5	1	39	24
10	5				1	5		1	7	1	37	23
11	5				1	30	4		1		54	12
12	5	2			2	30	4		2		58	15
13	2		1		2		10	5	1		56	28
14	3	2			1		5	3	3		64	20
15	12	3			1	2	3	1	2	5	60	15
16	6	2				2	5	3	5	6	64	17
17	9	2	1				5		10	5	74	9
18	1	2	1				5		8	6	82	11
19	6	3			1	1		3	4		63	10
20	3	1				1		4	6		73	5
21	5	2				11	1	1	1	3	61	15
22	5	1			1	11	1	1	3	4	71	20
23	6				7	6	1		2	1	123	30
24	6	6			4	6	3		1	1	115	34
25	1	1			7	10		1	2	3	66	23
26	4	3			1	10		4	1	5	70	26
27	3				5	15	1	2	1	3	53	17
28	2	1			3	15	3	2	3	3	47	22
29	7	1			3		1	1	1	1	70	40
30	5				1		2	2	2	3	76	44
31	4	2			4	4	2	2		5	42	12
32	4	2			6	4	2	4		5	48	14
33	4	2			3	1		3		15	32	11
34	1			1	11			3		27	23	5

35	2			2	5	5		2	1	5	6	4
36			1	5	5	3		2	2	6	6	6
37	2			2	7	4	4	2	1	5	7	3
38	2				9	2	4	1	1	5	7	2
39	3			1	8	5	1	2		1	15	1
40	1		1		5	8	1	1		2	14	3
41				1	5	9		1		6	11	2
42	1		2		4	9		3		8	12	4
43			1	2	8	5		2	1	10	13	1
44					21	5		2	1	7	14	2
45					11	2		3			3	
46	2		1		20	2		4			5	
47	1		6		17	2	1	2		2	9	1
48	2		2		14	2		4		2	11	2
49	1		4		14	2		1		2	8	
50			4		9	2		1		5	4	
51			15		1	1				8	12	
52			9		5	1				10	10	
53	2		1		3	9	1	2		8	3	
54	5		1		6	9	1	3		11	7	

Таблица 3

Среднее обилие травостоя на пробных площадках
(проективное покрытие, %)

№ пробной площадки	Плерозидумср.	Политрихумср.	Орляк обыкновенный	Щитовник мужской	Брусника	Вейник лесной	Вейник наземный	Звездчатка злаковидная	Земляника лесная	Кислица обыкновенная	Копытень европейский	Костяника	Ландыш майский	Майник двулистный	Ортилия однобокая	Осока волосистая	Пролесник многолетний	Седмичник европейский	Сныть обыкновенная	Черника
1	37	15			7	16							6	0,1	0,1			0,1		0,1
2	5	8			6	12							7					0,1		50
3	56	7			1,3	55				0,1			9		0,1					30
4	52				2	31		0,1		6		0,1	0,1	1						30
5	38	2	0,1	0,1	18	0,1			0,1	26		0,1	0,1	0,1	25					0,1
6	17	2	6		0,6	27			6	16		4	7	0,1	0,1					3
7	32	3,6	8	0,1	10	10				47		11	2,4	0,4	2,6					5,4
8	45	9,6		0,1	2,8	7,6				19		3,2	6,2	2,5	5,4			0,6		
9	58	7	0,1		5	4,8				7,8			2,7	1	10			2		
10	57	7	6		5	5	0,1			8			0,1	0,1				2		23
11	53	20	0,1	0,1	5,9	13	0,1		0,1	4,2		0,1	0,1	1,4	0,1			1		11
12	45	25	15	0,1	1,4	15	0,1		0,1	0,4		0,1	0,1	0,8	6,4			0,1		10
13	37	21	0,1		1	2,3	0,1		0,1	27		0,1	3,2	0,1	0,1					6
14	32	1,6	0,1		0,1	5	32		6,2	26		0,4	3,2	0,1	3					1,4

15	7	9	7	0,1	3	2,3	3			25		10	3	3,4	5,6			0,6		11
16	8,8	1	0,1	0,1	6,6	0,6	2			0,1		5	3,8	2,6	6					4
17	43	6	13		4,8	8,8	0,6		0,1			1,8	8	0,6	4,6					0,1
18	43	6	13		4,8	8,8	0,6		0,1			1,8	8	0,6	4,6					0,1
19	55	7,1	8,5		3,5	0,1	1,1		0,7	12		1,4	9,1	1	1,4			0,7		2,1
20	55	7,1	8,5		3,5	0,1	1,1		0,7	12		1,4	9,1	1	1,4			0,7		2,1
21	40	32	7		2,8	2	0,1		0,1	26		13	0,5	1,6	0,1			2,8		9,4
22	40	5	0,6		3	0,1	5		0,1	16		12	0,1	5	1			5		18
23	9,4	0,1	12	0,1	2	0,1	2		0,1	22		3	1,6	0,1	7,2			0,1		8
24	26	17	0,1	15	0,1	0,1	0,1		4	11		3	2	1,4	3			3		16
25	17			0,1	1,6	3	0,1		1	6		2		1,6	7			12		22
26	25		14	0,1	1		0,1		2	10		4	0,6	1,4	5,4			4,2		0,6
27	12		0,1	19	3	0,1	1		12	9,6		4	1	0,8	3			0,1		15
28	57	0,6	0,1	4	2,4	1				11		0,1	1,4	4,8				2		7
29	18	0,1		4	1,6	0,1				16		1	3	0,1	3,4			0,1		12
30	23	0,1	2		0,1	0,1	12			15		14	1	0,1	3			0,1		11
31	18		0,1	0,1	0,1	0,1	5,6		5	13		7,4		1	1					17
32			0,1	0,1	1	0,1	9		0,8	55		8,4	0,6		1,4					0,1
33					5,4	5			1	24		25	1	1	9					12
34		0,1		0,1	3	5	0,1		0,1	9		10	2	1,6	2	5		0,6	5	19
35		0,1		6	0,1	0,8	6			5,4	0,1	5	0,1	2,8		19		1,2	5	10
36		0,1		0,1	0,6				1,4	4,2	0,1	1,4	0,8	0,6		19			19	0,1
37				10	1			9,6	0,6	1	0,8	2							18	
38				10	1			9,6	0,6	1	0,8	2				7			0,1	
39				2				12			0,1	2				13			7	
40				2				12			0,1	2				13			13	
41				5				11			3,4	0,1				18			13	
42				5				11			3,4	0,1				18	0,1		18	
43			0,1	0,1				9,4			12	0,1				14	0,1		18	
44			0,1	0,1				9,4			12	0,1				14	0,1		14	
45				0,1				9,4			28	1		0,1		17	8,8		14	
46				0,1				9,4			28	1		0,1		17	8,8		18	
47				0,6				9,6			1,6					4,5	17		17	
48				0,6				9,6			1,6					4,5	17		45	
49			0,1	0,1				2,6			1,6					20	14		45	
50			0,1	0,1				2,6			1,6					20	14		20	
51				0,6				6			1	0,1				19	22		20	
52				0,1				3			3	0,1				21	16		19	
53				0,1				0,1			13	0,1		0,1		20	30		21	
54				0,1				0,1			13	0,1		0,1		20	30		20	

Задание 2

ВЫЯВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОПТИМУМОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ

Цель работы: Выявить аутэкологический и синэкологический оптимумы исследуемых видов по данным проективного покрытия и показателям жизненного состояния, оценить их конкурентоспособность.

Экологический оптимум - это значения фактора, при которых вид имеет наибольшую жизнеспособность, проявляемую в способности к росту, развитию и размножению, в способности участвовать в межвидовых отношениях.

Аутэкологический оптимум — экологический оптимум вида, проявляемый по отношению к экологическому фактору в отсутствии конкуренции со стороны других видов.

Синэкологический оптимум — экологический оптимум вида, проявляемый по отношению к экологическому фактору в условиях его существования в сообществе с другими видами (рис. 2.).

Для оценки оптимальности природных условий по отношению к отдельным видам одного показателя обилия недостаточно, так как он не позволяет учитывать возможные конкурентные отношения между различными видами в сообществе. Таким образом, обилие видов показывает лишь, так называемый синэкологический оптимум. Выявление аутэкологического оптимума возможно при анализе показателей жизненного состояния (высота побегов, количество листьев и побегов, площадь листа, биомасса растения и т.п.). В свою очередь, соотношение аутэкологического и синэкологического оптимумов показывает конкурентоспособность данного вида. Совпадение этих оптимумов свидетельствует о большой конкурентоспособности, и наоборот, расхождение оптимумов показывает, что данный вид вытесняется другими в менее благоприятные условия.

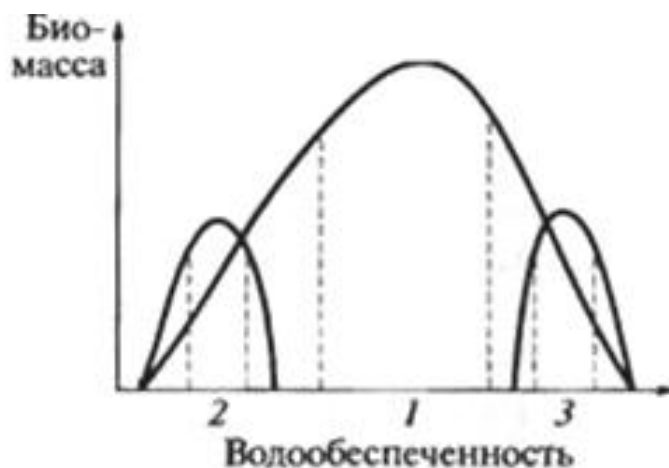


Рис. 2. Схема положения аутоэкологического и синэкологических оптимумов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*)

1 – аутоэкологический оптимум

2,3 – синэкологический оптимум

Исходным материалом являются показатели проективного покрытия и жизненного состояния некоторых видов растений на профиле, заложенном в Раифском участке ВКГПЗ (см. задание 1).

Порядок выполнения работы

1. Рассчитать относительные значения проективного покрытия и показателей жизненного состояния по зонам профиля в процентах от максимального значения.

2. Построить графики изменения относительных значений проективного покрытия и показателей жизненного состояния.

3. Выявить синэкологический и аутоэкологический оптимумы исследуемых видов и сделать выводы об их конкурентоспособности.

Приложение к заданию 2.

Таблица 4

Изменение проективного покрытия и показателей жизненного
состояния некоторых видов по профилю

Зоны	Проективное покрытие, %	Кол-во вегетативных побегов, шт/м ²	Кол-во листьев на побеге, шт	Высота побегов, мм	Площадь листа, мм ²
Брусника					
I	6,5	5,0	21,2	12,0	173,8
II	4,9	4,0	15,9	14,0	215,1
III	1,2	2,3	10,0	11,6	268,0
IV	0,1	0,3	20,0	10,0	230,0
V	-	-	-	-	-
Кислица обыкновенная					
I	-	-	-	-	-
II	14,6	38,8	3,0	50,0	825,0
III	7,3	20,2	3,0	42,8	950,0
IV	-	-	-	-	-
V	-	-	-	-	-
Костяника					
I	-	-	-	-	-
II	8,1	2,1	12,2	160,5	2999,8
III	4,6	2,0	8,6	111,8	9118,8
IV	1,0	1,6	6,7	105,7	4225,0
V	-	-	-	-	-
Осока волосистая					
I	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	-
III	20,4	8,3	2,3	269,6	815,5
IV	44,1	14,8	3,0	361,0	931,3
V	0,1	2	3,0	200,0	750,0
Сныть обыкновенная					
I	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	-
III	11,2	3,7	8,4	220,1	2150,0
IV	10,3	6,0	7,5	197,5	2133,3
V	23,7	7,1	8,4	322,9	3280,0
Черника					
I	-	-	-	-	-
II	13,8	3,8	49,8	17,0	249,3
III	7,5	1,1	107,0	26,5	295,0
IV	-	-	-	-	-
V	-	-	-	-	-

Задание 3

ЗАВИСИМОСТЬ АКТИВНОСТИ НАПАДЕНИЯ КРОВОСОСУЩИХ НАСЕКОМЫХ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Цель работы: Провести анализ влияния климатических факторов на активность нападения кровососущих насекомых и сделать выводы, какие абиотические факторы среды оказывают влияние на численность, активность насекомых и почему. Объясните, какие из климатических факторов оказывают большее или меньшее воздействие на активность разных видов кровососущих насекомых.

Краткая характеристика: Понятие экология впервые было использовано в 1866 г. Э. Геккелем («Всеобщая морфология организмов»), в буквальном смысле – это наука о доме или местообитании организмов, одно из направлений современной экологии – аутэкология, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают. Для того, чтобы определить степень активности насекомых следует изучить их биолого-экологические особенности. Например, местообитания комаров и мошки тесно связаны с водными объектами, т.к. развитие их личинок происходит в водоемах (различного объема, искусственных или естественных, чаще пресноводных стоячих или текущих, реже литоральной зоны морей). Напротив, имаго (взрослая, половозрелая стадия насекомых) – комары и мошка обитают в наземно-воздушной среде.

На процессы жизнедеятельности живых организмов существенное влияние оказывают климатические факторы среды, основными из которых являются – температурный режим, средние температуры за год, летний и зимний период; количество осадков; влажность воздуха; давление; число солнечных дней или освещенность; направленность и скорость воздушных масс.

Суточный ход температуры воздуха противоположен суточному ходу относительной влажности, которая косвенно характеризует скорость потери влаги с испаряющейся поверхности – почвы, водоема, растительности, кожных покровов и т.д. Величины и изменения относительной влажности воздуха, так или

иначе, отражаются не только на жизнедеятельности организмов, но и на его самочувствие и активности. Так суточный максимум относительной влажности наблюдается в полночь (0 ч.), а минимум – в 12 ч. Важным показателем режима влажности воздуха в течение периода (или сезона) являются числа «сухих» и «влажных» дней в месяце. Сухим днем принято считать такой, когда хотя бы в один из восьми стандартных сроков наблюдений относительная влажность не превышает 30%, если относительная влажность воздуха с 12 ч. до 15 ч. составляет не менее 80%, день считается влажным (Переведенцев и др., 2013). Также на влажность воздуха, влияют направленность и скорость воздушных масс, расположение и объем водоемов.

Для выяснения влияния метеорологических условий на жизнедеятельность и активность нападения кровососущих насекомых, в качестве примера используется различные виды насекомых, представленные в таблице (табл. 1).

Эксперимент: Активность нападения кровососущих насекомых определяли с помощью учетного колокола. Для этого на открытой поляне устанавливалась перекладина на высоте 4 м от земли, через нее перекидывалась веревка, к которой привязывался учетный колокол, имевший диаметр 1,5 м и высоту 1,7 м. Колокол с помощью веревки поднимался на 2,5 м от земли. Под колокол садился наблюдатель. Через 5 мин. колокол опускался и насекомые, попавшие за этот период под колокол, вылавливались. Наряду с этим определялись следующие климатические характеристики: температура, относительная влажность воздуха, освещенность и скорость ветра.

Порядок выполнения работы

1. Вычислить относительную активность нападения насекомых, принимая максимальную активность данного вида за 100 %.
2. Построить графики изменения относительной активности нападения насекомых в зависимости от интенсивности фактора.
3. Сделать выводы об оптимальных условиях активности каждого вида.

4. Сделать выводы о степени активности нападения насекомых в зависимости от времени суток и погодных условий.

5. Попробуйте определить, в каком месте лучше устанавливать экспедиционный лагерь, чтобы снизить активность тех или иных видов кровососущих насекомых.

Приложение к заданию 3

Таблица 5

Влияние температуры воздуха на активность нападения
(среднее количество нападений на 1 учет)

Род или вид	Температура воздуха, °С								
	4-6,9	7-9,9	10-12,9	13-15,9	16-18,9	19-21,9	22-24,9	25-27,9	28-30,9
<i>Culicoides</i> (комары-мокрецы)	83,0	268,4	531,9	593,2	511,7	262,1	103,8	31,5	0,0
<i>Schonbaueriapusilla</i> (тундровая мошка)	3,6	46,1	51,9	60,5	86,6	82,2	62,6	53,7	14,2
<i>Titanopteryxmaculata</i> (мошка обыкновенная)	0,0	0,3	9,9	56,0	40,1	57,1	87,8	203,4	217,2
<i>Simuliummorsitans</i> (мошка)	0,0	1,2	6,2	4,2	3,8	21,3	69,3	52,3	6,8

Таблица 6

Влияние относительной влажности воздуха на активность нападения
(среднее количество нападений на 1 учет)

Род или вид	Относительная влажность, %							
	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100
<i>Culicoides</i> (комары-мокрецы)	0,0	11,2	107,5	148,1	260,9	574,7	596,7	374,2
<i>Schonbaueriapusilla</i> (тундровая мошка)	1,1	13,3	56,6	113,4	110,4	115,5	117,7	49,1
<i>Titanopteryxmaculata</i> (мошка обыкновенная)	330,3	199,3	76,0	96,4	69,1	99,2	60,9	20,9
<i>Simuliummorsitans</i> (мошка)	0,0	0,0	0,9	6,1	2,1	4,2	12,1	11,8

Таблица 7

Влияние освещенности на активность нападения
(среднее количество нападений на 1 учет)

Род или вид	Освещенность, лк									
	0	1-10	11-100	101-500	501-1000	1001-5000	5001-10000	10001-30000	30001-60000	> 60000
<i>Culicoides</i> (комары-мокрецы)	227,8	439,2	397,7	357,9	580,9	585,9	225,1	120,0	29,7	2,4
<i>Schonbaueriapusilla</i> (тундровая мошка)	0,0	3,2	13,9	29,1	27,2	58,9	81,0	104,8	29,1	15,7
<i>Titanopteryxmaculate</i> (мошка обыкновенная)	0,0	1,1	5,9	11,0	19,1	26,9	57,1	103,9	149,8	181,3
<i>Simuliummorsitans</i>	0,0	0,0	1,1	5,9	25,3	19,2	29,4	10,3	23,7	26,3

Таблица 8

Влияние скорости ветра на активность, нападения
(среднее количество нападений на 1 учет)

Род или вид	Скорость ветра, м/с								
	0,1-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0— 3,5	3,5-4,0	4,0-4,5
<i>Culicoides</i> (комары-мокрецы)	104,57	60,67	18,46	9,92	5,14	2,33	0,50	0,00	0,00
<i>Schonbaueriapusilla</i> (тундровая мошка)	104,43	70,44	79,23	35,75	16,14	16,00	12,25	2,50	0,00
<i>Titanopteryxmaculate</i> (мошка обыкновенная)	109,50	144,67	102,62	86,08	106,71	46,33	19,75	14,50	4,67

Задание 4

ВОЗРАСТНАЯ И ПОЛОВАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ, ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ОСОБЕЙ В ПОПУЛЯЦИИ ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Цель работы: исследовать половую и возрастную структуру популяции определенного вида рыб и выявить зависимость морфометрических показателей от пола (половой диморфизм) и возраста.

Возрастная структура популяции — соотношение возрастных групп в популяции. Для модулярных организмов (например, сосудистые растения), абсолютный возраст особей определить трудно. Поэтому часто ограничиваются определением возрастного состояния. Для любого вида можно выделить в его жизненном цикле как минимум три возрастных состояния:

пререпродуктивное — особь еще не приступала к размножению;

репродуктивное — особь, достигла возраста размножения;

пострепродуктивное — особь старческая, уже не способная размножаться.

В случае, когда абсолютный возраст особи может быть определен достаточно точно (рыбы, млекопитающие и др.), возрастная структура определяется отдельно по годам или по периодам прожитых лет. Для нормальных благополучных популяций не характерно накопление старческих особей и соответственно доля пострепродуктивной группы в возрастной структуре популяции не высока. Для молодых внедряющихся популяций характерно существенное преобладание в их составе пререпродуктивных особей. Однако следует отметить, что особенности возрастной структуры популяции в конкретный момент времени могут быть обусловлены как экологией вида, так и методикой сбора материала.

Материалом для данной работы послужили результаты ихтиологических исследований в Свияжском заливе Куйбышевского водохранилища. Для лова рыбы применялись ставные сети со стандартной ячеей. Были проведены измерения длины и веса особей выловленных рыб, определен их пол и возраст.

Порядок выполнения работы

1. Систематизировать исходную информацию о возрастной и половой структуре популяции в форме таблицы 9:

Таблица 9

Структура популяции

Показатель	Возраст и пол								Всего	
	1		2		3		...			
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
количество особей										
% от общего количества										

2. На основании полученных данных построить возрастную пирамиду по полам.

3. Сделать выводы о возрастной и половой структуре данной популяции.

4. На основе средних, максимальных и минимальных величин построить графики изменения длины (веса) самцов (самок) от возраста.

5. Сделать выводы о наличии полового диморфизма по длине и весу, а также выводы об изменении морфометрических показателей самцов (самок) в зависимости от возраста.

Приложение к заданию 4

Таблица 10

Морфометрические показатели популяции плотвы
(Свияжский залив Куйбышевского водохранилища)

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
1	♀	4	23	210
2	♀	4	20	170
3	♂	4	16	70
4	♂	4	16	80
5	♀	5	19	130
6	♀	5	17	100
7	♀	5	16	70
8	♀	5	17	120
9	♀	5	17	95
10	♀	5	19	160
11	♂	5	16	90
12	♂	5	16	80
13	♂	5	16	80
14	♂	5	18	120
15	♂	5	17	80
16	♂	5	17	100
17	♂	5	17	80
18	♂	5	19	120
19	♂	5	18	130
20	♂	5	16	70
21	♂	5	16	70
22	♂	5	16	80
23	♂	5	18	120
24	♀	6	24	210
25	♀	6	22	190
26	♀	6	24	250
27	♀	6	20	170
28	♀	6	18	110
29	♀	6	23	250
30	♀	6	23	240
31	♀	6	24	250
32	♀	6	19	120
33	♀	6	20	140
34	♀	6	24	220
35	♀	6	19	120
36	♀	6	19	140

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
37	♀	6	20	160
38	♀	6	21	170
39	♀	6	21	180
40	♀	6	22	170
41	♂	6	16	90
42	♂	6	21	160
43	♂	6	19	130
44	♂	6	18	100
45	♂	6	19	120
46	♂	6	19	120
47	♂	6	19	130
48	♂	6	18	100
49	♂	6	20	130
50	♂	6	18	100
51	♂	6	19	120
52	♂	6	17	80
53	♂	6	18	100
54	♂	6	19	110
55	♂	6	16	70
56	♂	6	20	150
57	♂	6	18	100
58	♂	6	20	130
59	♂	6	20	140
60	♂	6	18	110
61	♂	6	19	130
62	♂	6	18,5	100
63	♀	7	25	260
64	♀	7	26	320
65	♀	7	23	240
66	♀	7	24	230
67	♀	7	25	280
68	♀	7	20	160
69	♀	7	19	120
70	♀	7	22	170
71	♀	7	22	200
72	♀	7	23	190

Продолжение таблицы

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
73	♀	7	24	270
74	♀	7	23	210
75	♀	7	27	350
76	♀	7	26	310
77	♀	7	22	210
78	♀	7	23	230
79	♀	7	26	350
80	♀	7	25	310
81	♀	7	25	350
82	♀	7	24	200
83	♀	7	19	145
84	♀	7	21	170
85	♀	7	22	180
86	♀	7	20	170
87	♀	7	21	150
88	♀	7	20,5	180
89	♀	7	19	160
90	♀	7	21	200
91	♀	7	21	150
92	♀	7	19	140
93	♀	7	25	310
94	♀	7	22	250
95	♀	7	23	270
96	♂	7	24	240
97	♂	7	20	150
98	♂	7	20	150
99	♂	7	22	180
100	♂	7	21	150
101	♂	7	21	160
102	♂	7	17	90
103	♂	7	18,5	110
104	♂	7	19	135
105	♂	7	20,5	145
106	♂	7	19	130
107	♀	8	25	260
108	♀	8	27	360
109	♀	8	26	280
110	♀	8	27	350
111	♀	8	25	260
112	♀	8	25	250
113	♀	8	26	320
114	♀	8	25	290
115	♀	8	23	270
116	♀	8	23	260
117	♀	8	26	320

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
118	♀	8	26	360
119	♀	8	23	700
120	♀	8	26	350
121	♀	8	25	300
122	♀	8	26	340
123	♀	8	25	350
124	♀	8	20,5	130
125	♀	8	21	170
126	♀	8	21	170
127	♀	8	19	125
128	♀	8	26,1	210
129	♀	8	24	260
130	♀	8	19	120
131	♀	8	19	130
132	♀	8	25	290
133	♂	8	19,5	130
134	♂	8	19,2	129
135	♂	8	18,5	115
136	♂	8	20	150
137	♂	8	21	170
138	♂	8	21	140
139	♀	9	25	280
140	♀	9	26	380
141	♀	9	28	350
142	♀	9	27	420
143	♀	9	28	400
144	♀	9	25	286
145	♀	9	24	260
146	♀	9	21,5	155
147	♀	9	20	140
148	♀	9	20	140
149	♀	9	21,5	150
150	♀	9	22,5	210
151	♀	9	22,5	220
152	♀	9	23	225
153	♀	9	21,5	220
154	♀	9	25,5	320
155	♀	9	22	175
156	♀	9	23	200
157	♀	10	21	180
158	♀	10	24,5	300
159	♀	10	24	250
160	♀	10	23	240
161	♀	11	29	545
162	♀	11	26	360

Морфометрические показатели популяции синца
(Свияжский залив Куйбышевского водохранилища)

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
1	♀	2	16	40
2	♀	2	17	71
3	♀	2	15	43
4	♀	2	17,5	88
5	♀	2	18	75
6	♀	2	18,5	80
7	♀	2	21,5	124
8	♀	2	17	50
9	♀	2	17,7	90
10	♀	2	16,5	85
11	♀	2	17	116
12	♀	2	17	117
13	♀	2	16,5	117
14	♀	2	15,5	107
15	♀	2	17	115
16	♀	2	14	58
17	♀	2	16,5	65
18	♀	2	17	72
19	♀	2	16,5	60
20	♀	2	16	47
21	♀	2	15,5	44
22	♀	2	16	50
23	♀	2	17	60
24	♀	2	17,3	65
25	♀	2	17,5	67
26	♀	2	16,7	55
27	♀	2	15,5	47
28	♀	2	16	50
29	♀	2	17	70
30	♀	2	16,5	60
31	♀	2	17	65
32	♀	2	15,4	45
33	♀	2	16,7	56
34	♀	2	15,8	54
35	♀	2	16,6	57
36	♀	2	16,5	50
37	♀	2	15	48
38	♀	2	15,2	39
39	♂	2	15	45
40	♂	2	16	43
41	♂	2	17,5	85

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
42	♂	2	17	70
43	♂	2	16,5	55
44	♂	2	18	73
45	♂	2	17,3	73
46	♂	2	18,5	95
47	♂	2	15,5	43
48	♂	2	17	62
49	♂	2	17	55
50	♂	2	15,5	50
51	♂	2	17	117
52	♂	2	15,5	50
53	♂	2	14,5	43
54	♂	2	17	67
55	♂	2	16	56
56	♂	2	16	45
57	♂	2	17	58
58	♂	2	17,5	67
59	♂	2	16,5	65
60	♂	2	15	45
61	♂	2	17	65
62	♂	2	17	60
63	♂	2	16,7	59
64	♂	2	14,6	41
65	♂	2	18	74
66	♂	2	15,5	45
67	♂	2	16,5	60
68	♂	2	16,5	60
69	♂	2	16,5	60
70	♂	2	16	45
71	♂	2	14,5	28
72	♀	3	21	200
73	♀	3	21	125
74	♀	3	22	150
75	♀	3	21,5	130
76	♀	3	20,5	120
77	♀	3	21	120
78	♀	3	17,5	70
79	♀	3	22	135
80	♀	3	21,5	80
81	♀	3	22,5	175
82	♀	3	21	110

Продолжение таблицы

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
83	♀	3	23,5	180
84	♀	3	22,7	148
85	♀	3	21	125
86	♀	3	25	225
87	♂	3	15,5	50
88	♂	3	19	100
89	♂	3	21	150
90	♂	3	21,5	150
91	♂	3	17,5	59
92	♂	3	23,5	175
93	♂	3	20,5	145
94	♂	3	22	150
95	♂	3	20	105
96	♂	3	22,5	160
97	♂	3	22	170
98	♂	3	21	127
99	♂	3	23	150
100	♂	3	22	140
101	♂	3	21,5	135
102	♂	3	19,8	92
103	♀	4	22,5	160
104	♀	4	23	155
105	♀	4	22	145
106	♀	4	24,5	240
107	♀	4	24	160
108	♀	4	25	220
109	♂	4	22	130
110	♀	5	28	300
111	♀	5	29	310
112	♀	5	22	130
113	♀	5	27,5	255
114	♀	5	27	265

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
115	♀	5	27,5	297
116	♀	5	24	155
117	♂	5	28	300
118	♂	5	27	300
119	♂	5	25,5	212
120	♀	6	29	330
121	♀	6	28	320
122	♂	6	26,5	245
123	♂	6	27	255
124	♂	6	27,5	265
125	♂	6	29	230
126	♂	6	29	327
127	♀	7	29	325
128	♀	7	30	400
129	♀	7	31	425
130	♂	7	31	415
131	♂	7	29	315
132	♂	7	27	310
133	♀	8	32	500
134	♀	8	30	350
135	♀	8	30	355
136	♀	8	31	400
137	♀	8	28,5	337
138	♀	8	32	400
139	♀	8	28	350
140	♂	8	27	280
141	♂	8	27	270
142	♂	8	31	440
143	♂	8	28	305
144	♂	8	30	323
145	♀	9	31	395

Морфометрические показатели популяции жереха
(Свияжский залив Куйбышевского водохранилища)

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
1	♀	1	19,6	112
2	♀	1	19,0	118
3	♂	1	18,8	95
4	♂	1	18,4	91
5	♀	2	20	110
6	♀	2	21,3	140
7	♀	2	20,6	120
8	♀	2	20,3	115
9	♀	2	21,0	135
10	♀	2	20,7	122
11	♂	2	21,4	140
12	♂	2	23	175
13	♂	2	22	175
14	♂	2	22	145
15	♂	2	21,7	150
16	♂	2	22,6	170
17	♂	2	22,2	173
18	♂	2	21,8	147
19	♀	3	26,3	255
20	♀	3	28,4	273
21	♀	3	27	242
22	♀	3	25	195
23	♀	3	26	235
24	♀	3	29	330
25	♀	3	24,4	197
26	♀	3	27	260
27	♀	3	26,3	255
28	♀	3	28	270
29	♀	3	27,4	250
30	♀	3	25,5	200
31	♀	3	26,2	240
32	♀	3	28,4	320
33	♀	3	24,6	199
34	♀	3	27	265
35	♂	3	28	275
36	♂	3	26	220
37	♂	3	25	240
38	♂	3	28	330
39	♂	3	21	136
40	♂	3	27	270
41	♂	3	26,5	240

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
42	♂	3	24	225
43	♂	3	27,5	320
44	♂	3	21,5	142
45	♀	4	33,6	430
46	♀	4	39	545
47	♀	4	35,2	535
48	♀	4	33	428
49	♀	4	29,8	330
50	♀	4	32	383
51	♀	4	35	585
52	♀	4	34	515
53	♀	4	30	350
54	♀	4	28,8	358
55	♀	4	33,5	440
56	♀	4	35,4	550
57	♀	4	32	420
58	♀	4	30	434
59	♀	4	30	373
60	♀	4	32,2	400
61	♀	4	34,5	540
62	♀	4	34	525
63	♀	4	33	440
64	♀	4	32,8	535
65	♀	4	29	280
66	♀	4	35	560
67	♀	4	34	455
68	♀	4	29	300
69	♀	4	31,2	345
70	♀	4	32	460
71	♀	4	27	300
72	♀	4	31,5	385
73	♀	4	31,5	360
74	♀	4	32	410
75	♀	4	33,6	430
76	♀	4	28,8	358
77	♀	4	30	373
78	♀	4	32,8	535
79	♀	4	27	300
80	♀	4	30	350
81	♀	4	39	545
82	♀	4	30	434

Продолжение таблицы

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
83	♀	4	32	460
84	♀	4	32	420
85	♀	4	33	440
86	♀	4	29	300
87	♀	4	35,2	535
88	♀	4	29	280
89	♀	4	34	515
90	♀	4	32	410
91	♀	4	34,5	540
92	♀	4	31,5	360
93	♀	4	35	585
94	♀	4	31,5	385
95	♀	4	32	383
96	♀	4	34	455
97	♀	4	33,5	440
98	♀	4	31,2	345
99	♀	4	29,8	330
100	♀	4	32,2	400
101	♀	4	35	560
102	♀	4	34	525
103	♀	4	35,4	550
104	♀	4	33	428
105	♂	4	32	385
106	♂	4	33,4	445
107	♂	4	37,4	640
108	♂	4	32	400
109	♂	4	32	410
110	♂	4	31	365
111	♂	4	34	465
112	♂	4	36	540
113	♂	4	34	510
114	♂	4	29	355
115	♂	4	32,5	395
116	♂	4	33	440
117	♂	4	38	660

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
118	♂	4	32,5	410
119	♂	4	33	430
120	♂	4	31,5	370
121	♂	4	35	480
122	♂	4	36,4	555
123	♂	4	33,7	502
124	♂	4	29,6	360
125	♀	5	42,4	1250
126	♀	5	36	630
127	♀	5	42	860
128	♀	5	31	335
129	♀	5	41	860
130	♀	5	38,6	705
131	♀	5	44	1260
132	♀	5	37,4	630
133	♀	5	42	875
134	♀	5	41	990
135	♀	5	33,2	465
136	♀	5	42	1150
137	♀	5	36,5	670
138	♀	5	43	905
139	♀	5	31,5	340
140	♀	5	43	880
141	♀	5	38	700
142	♀	5	41	1150
143	♀	5	37	620
144	♀	5	42	880
145	♀	5	41	995
146	♀	5	33,2	465
147	♂	5	45,4	1410
148	♂	5	35	545
149	♂	5	32,3	455
150	♂	5	40,8	1330
151	♂	5	37	560
152	♂	5	34,3	480

Задание 5

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ: ОСНОВНЫЕ ПЕРИОДЫ ЖИЗНИ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ, ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛЕСОВ

Цель работы: Изучить возрастной состав и изменение морфометрических показателей популяций растений в зависимости от интенсивности рекреационного воздействия.

Возрастные состояния (периоды жизни) цветковых растений:

латентный период — состояние первичного покоя (семена);

виргинильный период — состояние от прорастания семян до достижения возможности цвести и плодоносить (последовательно включает состояние проростков, ювенильных и имматурных особей, различающихся площадью листовой поверхности и степенью сложности листовой пластинки);

генеративный период — состояние, характеризующееся способностью особей цвести и плодоносить;

сеньильный период — старческое состояние, характеризующееся не способностью особей размножаться генеративно.

Материалом для данной работы послужили данные исследований в лесных массивах пригородной зоны г. Казани, подверженных рекреационному воздействию различной степени. В ходе работы определялся возрастной состав популяций различных видов древесных и травянистых растений. Кроме того, для травянистых растений определялся ряд морфометрических показателей (высота побегов, площадь листовой поверхности, вес вегетативной и генеративной частей, количество и вес семян и др.). Было рассчитано среднее арифметическое значение всех показателей (\bar{x}), коэффициент вариации ($V\%$), а также вычислен критерий достоверности различий Стьюдента.

Порядок выполнения работы

1. Рассчитать долю каждой возрастной группы в популяции (в %) и построить возрастные спектры популяций растений на участках с различной степенью рекреационного воздействия.
2. На основе построенных возрастных спектров, учета коэффициента вариации и критерия Стьюдента проанализировать возрастной состав популяций, находящихся на ненарушенных (или мало нарушенных) участках, и оценить его изменение при усилении рекреационной нагрузки.
3. Проанализировать изменение морфометрических показателей популяций травянистых растений при увеличении рекреационного воздействия.
4. Рассчитать репродуктивное усилие (РУ) популяций травянистых растений и проанализировать его изменение при усилении рекреационного воздействия.
$$РУ = \frac{ВГ}{ВВ+ВГ}$$
 где ВГ – вес генеративной части растения,
ВВ – вес вегетативной части растения.
5. Сделать выводы о "стратегии выживания" различных видов растений при усилении рекреационного воздействия.

Приложение к заданию 5

Таблица 13

Возрастной состав популяции липы сердцевидной (пролесниково-снытевое
разнотравье)

	Среднее арифметическое количество особей на одной площадке		
Возрастное состояние	участок 1	участок 2	участок 3
Проростки	6	3	0,2
Ювенильные	10	14	11
Имматурные	135	72	42
Взрослые виргинильные	37	6	19
Молодые генеративные	31	8	8
Средние генеративные	31	36	65
Старые генеративные	4	11	13
Всего	254	150	158,2

Таблица 14

Возрастной состав популяции липы сердцевидной (осоко-снытевое раз-
нотравье)

	Среднее арифметическое количество особей на одной площадке		
Возрастное состояние	участок 1	участок 2	участок 3
Проростки	5	10	2
Ювенильные	13	21	15
Имматурные	238	563	275
Взрослые виргинильные	84	115	49
Молодые генеративные	54	25	21
Средние генеративные	27	30	78
Старые генеративные	20	4	3
Всего	441	768	443

Таблица 15

Возрастной состав популяции сосны

	Среднее арифметическое количество особей на одной площадке		
Возрастное состояние	участок 1	участок 2	участок 3
Проростки	-	-	-
Ювенильные	-	6	-
Взрослые виргинильные	17	16	-
Молодые генеративные	23	9	3
Средние генеративные	46	47	47
Сенильные	1	0,3	0,3
Всего	87	78,3	50,3

Таблица 16

Возрастной состав популяции хохлатки

	Среднее арифметическое количество особей на одной площадке			
Возрастное состояние	участок 1	участок 2	участок 3	участок 4
Проростки	4	2	1	1
Ювенильные	4	3	1	1
Имматурные	3	2	2	1
Виргинильные	4	3	2	0,4
Сенильные	0,1	-	1	0,4
Всего	15,1	10	7	3,8

Таблица 17

Возрастной состав популяции полевицы тонкой

	Среднее арифметическое количество особей на одной площадке			
Возрастное состояние	участок 1	участок 2	участок 3	участок 4
Молодые генеративные	2	2	3	3
Средние генеративные	0,3	0,5	0,52	1
Старые генеративные	0,1	0,1	0,12	0,4
Сенильные	0,02	0,02		
Всего	2,42	2,62	3,64	4,4

Таблица 18

Морфометрические показатели популяций хохлатки

Морфометрический показатель	Среднее арифметическое количество особей на одной площадке			
	участок 1	участок 2	участок 3	участок 4
Высота (см)			24	22
Площадь листовой поверхности (мм)			3978	6396
Вес вегетативной части (мг)	150	133	144	172
Количество плодов	9	7	6	7
Количество семян	23	32	11	19
Вес одного плода (мг)	6	3	1,6	2,5
Вес одного семени (мг)	1	0,6	1,5	1,3

Таблица 19

Морфометрические показатели популяций полевицы тонкой

	Среднее арифметическое количество особей на одной площадке			
	участок 1	участок 2	участок 3	участок 4
Возрастное состояние				
Высота (см)	41	42	35,43	29,85
Вес вегетативной части (мг)	151	220	268,9	189,9
Вес генеративной части (мг)	57	53	49,6	28,4

Таблица 20

Возрастной состав популяции черники

	Среднее арифметическое количество особей на одной площадке				
	участок 1	участок 2	участок 3	участок 4	участок 5
Возрастное состояние					
Имматурные	3	7	4	2	3
Взрослые виргинильные	4	1	2	3	2
Молодые генеративные	2	2	2	4	2
Средние генеративные	0,12	3	1	3	1
Старые генеративные	1	2	1	2	1
Субсенильные	0,4	0,4	0,4	0,36	1
Сенильные	0,32	0,08	0,08	0	0,04
Всего	10,84	15,48	10,48	14,36	10,04

Таблица 21

Морфометрические показатели популяций черники

	Среднее арифметическое количество особей на одной площадке				
Возрастное состояние	участок 1	участок 2	участок 3	участок 4	участок 5
Высота (см)	30	29	25	25	30
Площадь листовой поверхности (мм)	2078	1235	985	31367	13581
Вес вегетативной части (мг)	3144	2912	1963	1757	1991
Количество плодов	4	6	4	1	1
Вес одного плода (мг)	39	26	26	27	29

Таблица 22

Возрастной состав популяции сныти обыкновенной

	Среднее арифметическое количество особей на одной площадке				
Возрастное состояние	участок 1	участок 2	участок 3	участок 4	участок 5
Молодые генеративные	10	9	11	11	12
Средние генеративные	3	1	1	1	2
Сенильные	4	3	0,16	0,08	0,12
Всего	17	13	12,16	12,08	14,12

Таблица 23

Морфометрические показатели популяций сныти обыкновенной

	Среднее арифметическое количество особей на одной площадке				
Морфометрический показатель	участок 1	участок 2	участок 3	участок 4	участок 5
Высота (см)	75	73	90,8	75	72
Площадь листовой поверхности (мм)	2911	1535	29100	30572	32543
Вес вегетативной части (мг)	3821	2002	2345	1521	1917
Вес генеративной части (мг)	667	282	413	208	202

Задание 6

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ: ТИПЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ В ПРОСТРАНСТВЕ, ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ЗАКОНУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПУАССОНА

Цель работы: определить тип пространственного распределения особей в популяции вида.

Основными типами распределения организмов в пространстве являются:

Равномерное — особи в пределах занятого популяцией пространства распределены на равном расстоянии друг от друга (регулярно). что в природных условиях практически не отмечается.

Случайное - особи в пределах занятого популяцией пространства распространены в соответствии с математическим законом распределения Пуассона. При таком распределении вероятность обнаружения особи в любой точке пространства одинакова. Это возможно при относительно однородных условиях среды (когда мозаичность не выражена) и низкой плотности популяции.

Групповое — особи в пространстве образуют скопления. К причинам, определяющим образование агрегаций, относятся мозаичность среды, биологические особенности размножения видов, особенности социальной структурированности популяции. Пространственная структура популяций этого типа наиболее распространена в природных условиях.

В качестве исходных материалов для данной работы используются результаты геоботанического исследования лесного массива в Высокогорском районе РТ.

Порядок выполнения работы

1. Провести ранжирование исходных данных по количеству особей на пробной площадке (подсчитать количество площадок (y_i) с 0, 1, 2, 3, ... и особями на площадке).
2. Рассчитать теоретически ожидаемое распределение особей по площадкам (y) при абсолютно случайном распределении. Вычисление проводится по формулам распределения Пуассона:

$$y'_0 = e^{-x}N,$$

$$y'_1 = e^{-x}Nx,$$

...,

$$y'_n = e^{-x}N \frac{x^n}{n!},$$

где e - основание натурального логарифма,

x -среднее количество особей на площадке,

N - общее количество площадок,

n - количество особей на одной площадке.

3. Рассчитать критерий χ^2 по формуле:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - y'_i)^2}{y'_i}$$

В связи с тем, что анализ проводим для уровня значимости 0.95, то если $y' < 5\%$ от общего теоретически ожидаемого количества площадок, классы необходимо укрупнить так, чтобы общее ожидаемое количество площадок y) составляло бы $>5\%$.

4. Все полученные результаты занести в таблицу 24:

Таблица 24

Сводная таблица

Классы по кол-ву особей на 1 площадке	0	1	2	...	n	χ^2
Эмпирическое кол-во площадок (y_i)						
Теоретически ожидаемое количество площадок (y'_i)						
$\frac{(y_i - y'_i)^2}{y'_i}$						

5. Число степеней свободы определяется по формуле $v=n-2$, где n - количество выделенных классов.

6. По таблице стандартных значений χ^2 (см. стр. 24) определить χ_{ST}^2 .

Если $\chi^2 < \chi_{ST}^2$, то эмпирическое распределение незначительно отличается от

теоретически ожидаемого, рассчитанного по закону случайного распределения Пуассона и распространение данного вида случайно. Если $\chi^2 > \chi_{st}^2$, то эмпирическое распределение значительно отличается от теоретически ожидаемого и, следовательно, распределение данного вида групповое.

7. В том случае, если после укрупнения классов число выделенных классов равно 2, и, соответственно, $v = 0$, соответствие эмпирического распределения закону Пуассона можно определить исходя из свойства последнего, в соответствии с которым $\sigma^2 = x$, где σ^2 - дисперсия, x - среднее количество особей на площадке. Но так как при анализе реального материала, ограниченного объемом выборки это равенство не будет соблюдаться, то предложен критерий соответствия:

$$S = \sqrt{\frac{2N}{(N-1)^2}}, \text{ где } N \text{ — общее количество площадок. Если выполняется ус-}$$

ловие

$$1 - 2S < \frac{\sigma^2}{x} < 1 + 2S, \text{ то распределение соответствует закону Пуассона.}$$

Приложение к заданию 6

Таблица 25

Обилие травянистых растений (количество особей)
на пробных площадках 1x1 м

№ пробной площадки	Пыльцеголовник красный	Дремлик темно- красный	Коротконожка перистая	Ландыш майский	Колокольчик сибирский	Золотая розга обыкновенная	Подмаренник настоящий	Орляк обыкновенный	Проростки клена остролистного
1			4			1	3		
2	1		4				1		
3		1							3
4		1	2		1		3		1
5		1			1				2
6	1	2		4	1				
7		1		6		2			
8	1			5	2				
9	2						5		
10	1						2		
11		1	3				4		
12			5		2				1
13	2				3	1			2
14	2	2	1		2		3		1
15	1		4				2		2
16				4		1			
17				6					
18	4			6	2				
19	4						4		
20							3	1	
21	2	1			1	1			
22	4	1			2				1
23	2	1			3				
24	2	1			4		1		

№ пробной площадки	Пыльцеголовник красный	Дремлик темно- красный	Коротконожка перистая	Ландыш майский	Колокольчик сибирский	Золотая розга обыкновенная	Подмаренник настоящий	Орляк обыкновенный	Проростки клена остролистного
25	1	1					10		2
26		2		4					2
27		3		2		1			3
28				6					
29						1			1
30							7		2
31	6	1				1	1		
32	2					1	5		
33	5	1	5		1				
34	3				2	1			3
35		1				1	3		
36				5					3
37			6	3					2
38			2						1
39			2						
40			3				6		
41	1	1					2		
42	4						6		
43							2		
44				3					
45				2	2				
46		1							
47									4
48	2	1	5						2
49			8						3
50			3				6		1
51	2	1		2					
52	4			3					
53									
54								1	
55		1		3				2	
56	1	1							
57			6						3
58			4					2	2

№ пробной площадки	Пыльцеголовник красный	Дремлик темно- красный	Коротконожка перистая	Ландыш майский	Колокольчик сибирский	Золотая розга обыкновенная	Подмаренник настоящий	Орляк обыкновенный	Проростки клена остролистного
93	.						3		
94	.						3	3	
95	.						4	2	
96	.							3	
97	.							2	
98	.								
99	1								
100	.						3	2	
101	.							3	2
102	.							4	1
103	.							2	2
104	.							3	
105	.							1	
106	.							1	3
107	.							4	
108	.							3	2
109	.							2	1
110	.							3	2
111	.							1	
112	.				2				
113	.					1			
114	.			3		1			
115	.			3					
116	.			4					
117	.			2					2
118	.								2
119	.								3
120	.								2
121	.				2				
122	.				1				
123	.								1

Задание 7

ОЦЕНКА ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ВИДАМИ МЕТОДОМ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА СОПРЯЖЕННОСТИ

Цель работы: оценить характер и степень взаимоотношения между некоторыми видами в растительном сообществе.

Так как встречаемость и обилие видов, образующих сообщества, определяются комплексом экологических факторов, в том числе и биотических, зависимость количественных характеристик одного вида от другого как правило не является функциональной. При стохастическом характере зависимостей вычислять коэффициент корреляции между этими видами не целесообразно. Поэтому более правильным будет оценка сопряженности видов. Сопряженность между видами может быть: положительной, при которой виды произрастают совместно; отрицательной, при которой виды «избегают» друг друга; отсутствие сопряженности - виды распространяются независимо друг от друга.

Порядок выполнения работы

1. Для анализа сопряженности встречаемости видов использовать таблицу 2x2:

Вид А

		+	-	
	a(a')	b(b')	(a+b)	
	c (c')	d(d')	(c+d)	
	(a+c)	(b+d)	N	

где а - количество площадок, на которых отмечены оба вида;

b - количество площадок, на которых отмечен только вид b;

с - количество площадок, на которых отмечен только вид а;

d- количество площадок, на которых оба вида не отмечены;

N - общее количество площадок.

2. Рассчитать теоретически ожидаемые величины (a', b', c', d') при абсолютно независимом распределении. Данные вычисления производят на основе правила: ожидаемая частота какой-либо клетки таблицы 2x2 равна произведе-

нию краевых сумм той строки и того столбца, на пересечении которых находится клетка, деленному на общее число площадок (N), т.е.

$$a' = \frac{(a+c)(a+b)}{N}, \quad b' = \frac{(a+b)(b+d)}{N}, \quad c' = \frac{(a+c)(c+d)}{N}, \quad d' = \frac{(b+d)(c+d)}{N}.$$

3. Оценить различия эмпирических (a, b, c, d) и теоретически ожидаемых (a' b' c', d') распределений с помощью критерия χ^2 :

$$\chi^2 = \frac{(a-a')^2}{a'} + \frac{(b-b')^2}{b'} + \frac{(c-c')^2}{c'} + \frac{(d-d')^2}{d'}.$$

При построении матрицы 2x2 число степеней свободы $n=1$, а $\chi_{st}^2 = 3,8$.

Если $\chi^2 < \chi_{st}^2$, то э эмпирическое распределение соответствует теоретически ожидаемому, и, следовательно, сопряженность между данными видами отсутствует.

Если $\chi^2 > \chi_{st}^2$, то эмпирическое распределение не соответствует теоретически ожидаемому, и, следовательно, имеет место сопряженное распределение видов.

В данном случае, если:

- $a > a'$ и $d > d'$ - сопряженность положительная
- $b > b'$ и $c > c'$ - сопряженность отрицательная.

Примечание: см. приложение к заданию 6

Задание 8

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ: ЗНАЧИМОСТЬ ВИДОВ В СООБЩЕСТВЕ, КРИВЫЕ ЗНАЧИМОСТИ ВИДОВ

Цель работы: Изучить распределение значимости видов в сообществе на основе сравнения кривых значимости с гипотетическими кривыми.

Значимость представляет группу оценок, с помощью которых виды могут сравниваться друг с другом по доли их участия в сложении сообщества. При сравнении популяций организмов, сильно различающихся по размерам, показатель их плотности не является наилучшим. В этом случае иногда используют сухой вес, или биомассу, на единицу площади для всех особей сопоставляемых между собой видов. Популяции растений могут сравниваться по проективному покрытию или по встречаемости.

Существует несколько гипотез толкования кривых значимости видов. Гипотетические кривые значимости, соответствующие рассматриваемым гипотезам представлены на рисунке.

Гипотеза случайных границ между нишами Р. Мак-Артура.

В данной гипотезе предполагается, что границы ресурсов ниши для разных видов расположены случайным образом. Полученная в этом случае кривая приближается к статистике некоторых небольших учетов для таксономически родственных видов из узко очерченных гомогенных сообществ (рис., кривая А), например, для гнездящихся птиц ограниченного участка леса. Гипотезой случайных границ между нишами можно описать лишь достаточно редкие случаи (в условиях острой конкуренции и стабильных популяций).

Гипотеза перехвата ниш.

Данная гипотеза предполагает, что размеры ниш в основном определяются по последовательности захвата определенными видами частей пространства ниши. В этом случае менее удачливые виды занимают то, что осталось (рис., кривая В). Например, 1-ый вид занимает 50 %, 2-ой - 25, 3-ий - 12,5 и т.д.

Данная гипотеза обычно характеризует сообщества с малым числом видов, обитающих в суровых условиях среды. В таких сообществах ярко выражено явление доминирования.

Логнормальное распределение Ф.У. Престона.

Размер пространства ресурсов, занятого видом, определяется большим количеством факторов, влияющих на относительный успех конкуренции. Некоторые виды хорошо приспособляются к условиям существования, некоторые плохо. Большинство видов будет иметь среднее значение (рис. 3., кривая С). Это распределение характерно для большинства многовидовых сообществ.

Порядок выполнения работы

1. Вычислить относительную значимость видов в сообществе (в % от суммарного проективного покрытия) и на основании полученных данных построить кривую значимости видов (ось X - последовательность видов в порядке убывания их значимости, ось Y - относительная значимость видов, логарифмическая шкала).

2. Провести ранжирование проективного покрытия видов исследуемого сообщества по классам и построить таблицу 26 и соответствующий график (ось X - класс проективного покрытия, ось Y - число видов, входящих в данный классовый интервал).

Таблица 26

Ранжирование проективного покрытия видов

Классовые интервалы	0,01-0,02	0,02-0,04	0,04-0,08	0,08-0,16	0,16-0,32	0,32-0,64	0,64-1,28	...
Количество видов

3. Сравнив полученные кривые значимости с гипотетическими кривыми, сделать выводы о типе распределения значимости видов в сообществе.

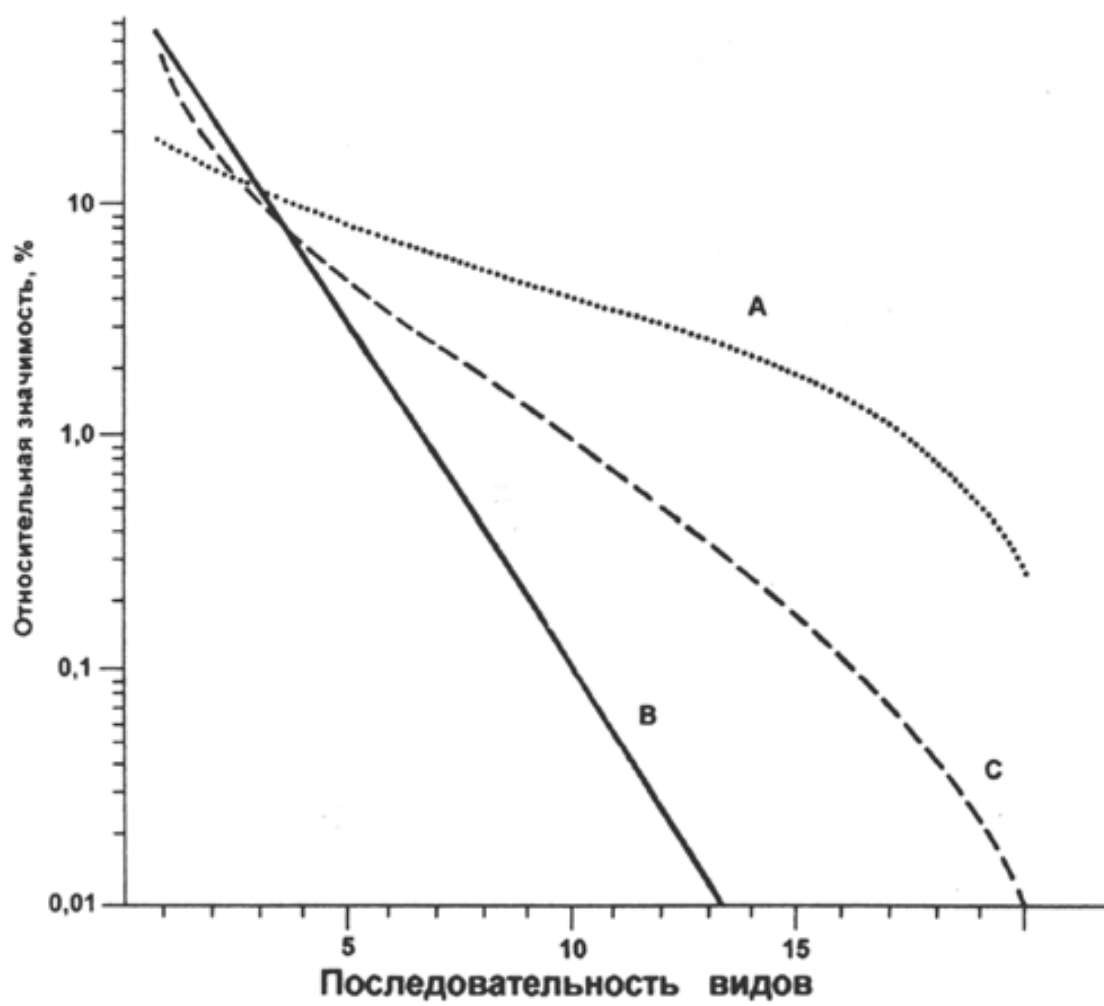


Рис. 3. Гипотетические кривые значимости видов (Уиттекер, 1980).

Приложение к заданию 8

Таблица 27

Вид	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5
Кошачья лапка двудомная		4,2		0,5	
Крапива двудомная	12,6		1,5		
Кульбаба шершавая		0,3			
Купена лекарственная		2,2	6,7	4,1	
Купена многоцветковая	0,2				
Купырь лесной	0,8				
Ландыш майский		2,2	62	13,4	5,6
Майник двулистный				0,1	0,04
Малина обыкновенная	0,6				
Марьянник луговой		0,1		6,1	0,2
Мелколепестник едкий				3,1	0,04
Мятлик дубравный		2,7	1	7	
Ожика волосистая		3,2		0,01	0,6
Орляк обыкновенный				0,21	38
Ортилия однобокая		0,7	1,3	0,1	1,3
Осока волосистая	0,7		0,9		
Осока стоповидная		0,2			
Перловник поникший		0,1	37	4,4	0,02
Плаун годичный		0,1			
Плаун сплюснутый		0,05			
Подмаренник мягкий		1	0,2	1,5	
Полевица гигантская		5,1			
Полевица тонкая		4,7	2	1,7	
Прозанник крапчатый				1	0,6
Пролесник многолетний	35,8				
Прострел раскрытый		1	0,6	5,4	
Седмичник европейский					0,2
Скерда сибирская	0,1				
Смолевка поникшая		1,7	1,6	0,01	
Смолка обыкновенная		0,2	0,02		
Сныть обыкновенная	20,4				
Страусник обыкновенный	8,5				
Тимофеевка степная		0,1			
Черноголовник обыкновенный			0,06		

Среднее проективное покрытие видов травянистых растений
на пробных площадках (%)

Вид	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5
Бор развесистый	0,1				
Борец высокий	16,8				
Брусника		0,7	0,2	4	1,2
Будра плющевидная	0,2				
Вейник наземный				9,9	9,6
Вейник тростниковидный		8,1	3	3,4	
Вероника дубравная		0,5		0,5	0,8
Вероника лекарственная		0,4	2,8	0,1	0,2
Герань луговая			0,3		
Горошек заборный			0,04		
Дрок красильный				1,4	
Душистый колосок		1,5			
Очиток заячья капуста		0,3			
Звездчатка жестколистная	0,3				
Звездчатка злаковидная		0,8	1,5		
Звездчатка средняя			1,8		
Зверобой продырявленный		0,6	0,4		
Земляника лесная		20	52,4	6,2	1,5
Зимолюбка зонтичная		3	0,4		
Змееголовник Руйша			0,2		
Золотая розга обыкновенная		0,5	0,6	1,9	0,22
Иван-чай узколистный		0,6			
Келерия сизая		0,2			
Кислица обыкновенная			43		7,6
Колокольчик раскидистый			0,04		
Копытень европейский	0,5				
Короставник полевой		0,8	0,9		
Коротконожка перистая		6,3			
Костяника		1,7	6,1	10	24

Задание 9

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ: ПОКАЗАТЕЛИ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ СООБЩЕСТВА, ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА

Цель работы: Оценить видовое разнообразие сообщества зоопланктона и провести анализ его изменения.

Исходным материалом для данной работы послужили результаты исследования сообщества зоопланктона оз. Лебяжье в течение одного сезона.

Порядок выполнения работы

1. Вычислить коэффициент сходства Серенсена-Чекановского (КО) и коэффициент различия (КР) между исследуемыми пробами.

Для оценки сходства видового состава двух и более сообществ или для оценки изменения видового разнообразия одного сообщества в течение времени пользуются коэффициентами общности (сходства) или различия. Коэффициент общности Серенсена-Чекановского (КО), учитывающий лишь факт присутствия того или иного вида:

$$KO = \frac{2c}{a+b}$$

- где

а-число видов в первом сообществе,

б-число видов во втором сообществе,

с-число общих видов для первого и второго сообществ.

При наличии тех или иных количественных характеристик видов для оценки различий видового разнообразия наиболее целесообразно использовать коэффициент различия (КР), который определяется как отношение Эвклидова расстояния (ЭР) к максимально возможному Эвклидову расстоянию (ЭР_{max}):

$$\mathcal{E}P = \frac{\mathcal{E}P}{\mathcal{E}P_{max}} = \frac{\sqrt{\sum (x_1 - x_2)^2}}{\sqrt{\sum (x_1)^2 + \sum (x_2)^2}}$$

x_{i1} и x_{i2} - значимости i -го вида в 1-ом и 2-ом сообществах. Значения КР

изменяются от 0 (когда сообщества по видовому составу и значимости абсолютно сходны) до 1 (когда их видовой состав полностью различен).

2. Составить таблицу 28.

P_i — значимость (доля) i -го вида.

Сумма показателя (биомасса/численность) всех видов в сообществе берется за 100%. По пропорции рассчитывается доля каждого вида. Это и будет его P_i .

P_i изменяется от 0 до 1, если вы посчитали в %, то не забудьте поделить на 100.

Таблица 28

Сравнительные показатели сообществ

Вид	Сообщество 1					Сообщество 2				
	x_i	P_i	P_i^2	$\lg P_i$	$P_i \lg P_i$	x_i	P_i	P_i^2	$\lg P_i$	$P_i \lg P_i$
...
	$\sum x_j$		$\sum P_i^2$		$-\sum P_i \lg P_i$	$\sum X_i$		$\sum P_i^2$		$-\sum P_i \lg P_i$

3. Рассчитать индексы разнообразия Симпсона и Шеннона

4. Вычислить равномерность распределения на основе индексов разнообразия.

5. На основе численности, биомассы и рассчитанных коэффициентов и индексов сделать выводы об изменении видового разнообразия исследуемых проб.

Видовой состав является одной из основных характеристик сообщества, который может быть представлен как простым перечнем видов, так и с указанием их количественных значений (обилия, продуктивности и др.). Обычно для оценки видового разнообразия используют индексы Симпсона (D) и Шеннона (H).

Индекс разнообразия Симпсона вычисляется по следующей формуле:

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^s P_i^2}, \text{ где } S - \text{общее число видов в сообществе}$$

(видовое богатство), P_i — значимость (доля) i -го вида. Величина этого индекса зависит и от видового богатства, и от равномерности в соотношении обилия разных видов. D возрастает при постоянном числе видов с увеличением выровненности в количественном соотношении разных видов, а при постоянной равномерности - с ростом видового богатства. Саму равномерность распределения (выровненность) также можно количественно оценить при помощи индекса Симпсона - как долю максимально возможной величины D , достигаемой при одинаковой численности всех видов. Поскольку $D_{\max}=S$, равномерность распределения

$$(E) = \frac{D}{D_{\max}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^s P_i^2}; \text{ этот показатель принимает значения от } 0 \text{ до } 1.$$

Индекс Шеннона (H), также зависит от совокупности значений P_i и вычисляется по формуле:

$$\text{разнообразие } (H) = -\sum_{i=1}^s P_i \lg P_i$$

*разные авторы используют разные логарифмы - с основанием 10, 2 или натуральный логарифм.

В этом случае равномерность распределения вычисляется следующим образом:

$$(J) = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{-\sum_{i=1}^s P_i \lg P_i}{\lg S}$$

Приложение к заданию 9

Таблица 29

Биомасса зоопланктона оз.Лебяжье в 1995 г. (г/м³)

Виды	30.04.95	09.05.95	29.05.95	08.06.95	30.07.95	10.08.95	09.09.95
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	-	-	-	-	0,129	1,414	-
<i>Asplanchna girodi</i>	-	-	-	-	0,275	-	-
<i>Asplanchna priodonta</i>	0,007	0,093	-	0,872	0,344	0,426	0,108
<i>Bosmina longirostris</i>	0,003	0,028	0,083	0,264	0,430	0,036	3,269
<i>Brachionus angularis</i>	0,002	0,010	0,001	0,030	0,053	0,003	0,001
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,097	0,005	-	-	0,497	0,011	0,003
<i>Brachionus diversicornis</i>	-	-	-	-	0,055	0,004	0,003
<i>Brachionus forficula</i>	-	-	-	-	0,033	-	-
<i>Brachionus quadridentatus</i>	-	0,000	-	0,001	-	-	-
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	-	-	-	0,002	-	-	-
<i>Chydorus sphaericus</i>	-	0,135	0,018	0,006	0,004	0,017	-
<i>Cyclops kolensis</i>	-	0,023	-	-	-	-	-
<i>Daphnia cucullata</i>	-	-	0,021	0,012	-	-	-
<i>Daphnia longispina</i>	0,003	0,017	1,147	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	-	0,001	0,013	-	-
<i>Euchlanis triquetra</i>	-	-	-	-	-	0,003	-
<i>Eucyclops speratus</i>	-	0,014	-	-	-	-	-
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	0,006	0,008	0,013	0,179	-	0,015	0,007
<i>Filinia longiseta</i>	0,016	0,014	-	0,011	0,194	0,014	0,074
<i>Kellicottia longispina</i>	-	-	-	-	-	-	0,004
<i>Keratella cochlearis</i>	0,002	0,003	0,024	0,000	0,006	0,000	0,001
<i>Keratella quadrata</i>	0,033	0,243	0,049	0,013	0,047	-	0,046
<i>Keratella valga</i>	-	-	-	-	0,000	0,000	-
<i>Lecane luna</i>	-	-	-	-	-	-	0,001
<i>Lecane lunaris</i>	-	-	-	-	-	-	0,001
<i>Macrocyclus albidus</i>	-	0,018	-	-	-	-	-
<i>Macrothrix laticornis</i>	-	-	-	0,002	-	-	-
<i>Macrothrix rectirostris</i>	-	-	-	-	0,086	0,002	-
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	-	-	0,061	0,092	0,049	-	0,002
<i>Moina macrocopa</i>	0,073	0,001	-	-	-	-	-
<i>Monospilus dispar</i>	-	-	-	-	0,002	-	-
<i>Pleuroxus aduncus</i>	-	0,002	-	-	-	-	-
<i>Pleuroxus trigonellus</i>	-	-	-	-	-	0,000	-
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	0,003	0,111	0,001	-	-	-	-
<i>Polyarthra luminosa</i>	-	-	-	-	0,029	0,001	-
<i>Polyarthra vulgaris</i>	-	-	-	-	0,014	0,002	0,005
<i>Scapholeberis mucronata.</i>	0,092	-	0,002	0,066	0,009	0,006	-
<i>Sida crystallina</i>	-	-	-	-	-	-	0,344
<i>Synchaeta grandis</i>	-	0,001	-	-	-	-	-
<i>Synchaeta pectinata</i>	0,000	-	-	-	-	-	-

Виды	30.04.95	09.05.95	29.05.95	08.06.95	30.07.95	10.08.95	09.09.95
<i>Trichocerca pusilla</i>	-	-	-	-	0,014	-	-
<i>Trichotria pocillum</i>	-	0,000	-	-	-	0,000	-
Всего видов	13	19	11	15	21	18	15

Численность зоопланктона оз.Лебяжье в 1995 г. (экз./м³)

Виды	30.04.95	09.05.95	29.05.95	08.06.95	30.07.95	10.08.95	09.09.95
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	-	-	-	-	2,46	14,00	-
<i>Asplanchna girodi</i>	-	-	-	-	39,40	-	-
<i>Asplanchna priodonta</i>	1,93	4,40	-	15,60	49,25	6,00	5,67
<i>Bosmina longirostris</i>	1,93	15,05	6,40	120,55	261,00	22,00	674,33
<i>Brachionus angularis</i>	9,67	45,15	1,60	55,31	142,83	14,00	5,67
<i>Brachionus calyciflorus</i>	44,46	2,15	-	-	349,70	16,00	2,83
<i>Brachionus diversicornis</i>	-	-	-	-	236,40	18,00	11,30
<i>Brachionus forficula</i>	-	-	-	-	142,83	-	-
<i>Brachionus quadridentatus</i>	-	0,10	-	2,84	-	-	-
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	-	-	-	0,20	-	-	-
<i>Chydorus sphaericus</i>	-	12,90	1,60	1,42	0,10	4,00	-
<i>Cyclops kolensis</i>	-	0,30	-	-	-	-	-
<i>Daphnia cucullata</i>	-	-	3,20	1,42	-	-	-
<i>Daphnia longispina</i>	0,10	1,50	8,00	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	-	0,10	0,80	-	-
<i>Euchlanis triquetra</i>	-	-	-	-	-	2,00	-
<i>Eucyclops speratus</i>	-	0,20	-	-	-	-	-
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	0,10	0,10	0,60	4,25	-	0,20	0,10
<i>Filinia longiseta</i>	40,59	73,10	-	12,76	778,20	72,00	124,67
<i>Kellicottia longispina</i>	-	-	-	-	-	-	42,50

Продолжение таблицы

Виды	30.04.95	09.05.95	29.05.95	08.06.95	30.07.95	10.08.95	09.09.95
<i>Keratella cochlearis</i>	27,07	141,90	1078,4	2,84	256,10	10,00	34,00
<i>Keratella quadrata</i>	48,35	354,75	113,60	29,78	68,95	-	68,00
<i>Keratella valga</i>	-	-	-	-	4,93	6,00	-
<i>Lecane luna</i>	-	-	-	-	-	-	0,20
<i>Lecane lunaris</i>	-	-	-	-	-	-	5,67
<i>Macrocyclus albidus</i>	-	0,10	-	-	-	-	-
<i>Macrothrix laticornis</i>	-	-	-	0,20	-	-	-
<i>Macrothrix rectirostris</i>	-	-	-	-	4,93	0,10	-
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	-	-	1,60	1,42	2,46	-	0,10
<i>Moina macrocopa</i>	7,73	0,10	-	-	-	-	-
<i>Monospilus dispar</i>	-	-	-	-	0,20	-	-
<i>Pleuroxus aduncus</i>	-	0,10	-	-	-	-	-
<i>Pleuroxus trigonellus</i>	-	-	-	-	-	0,10	-
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	11,59	247,25	1,60	-	-	-	-
<i>Polyarthra luminosa</i>	-	-	-	-	93,58	2,00	-
<i>Polyarthra vulgaris</i>	-	-	-	-	44,32	6,00	17,00
<i>Scapholeberis mucronata</i>	3,87	-	0,10	1,40	0,30	0,20	-
<i>Sida crystallina</i>	-	-	-	-	-	-	2,83
<i>Synchaeta grandis</i>	-	8,60	-	-	-	-	-
<i>Synchaeta pectinata</i>	0,01	-	-	-	-	-	-
<i>Trichocerca pusilla</i>	-	-	-	-	24,63	-	-
<i>Trichotria pocillum</i>	-	2,15	-	-	-	2,00	-
Всего видов	13	19	11	15	21	18	15

Задание 10

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА – ПИЩЕВЫЕ ЦЕПИ И СЕТИ

Цель работы: исследование трофической структуры сообщества и построение фрагмента пищевой сети.

Краткая характеристика: Синэкология – раздел экологии, изучающий взаимоотношения биологических систем надорганизменного уровня (популяций, сообществ, экосистем) со средой. Группировки совместно обитающих и взаимосвязанных видов называют биоценозом. Понятие биоценоз было предложено в 1877 г. К. Мебиусом. Каждый организм живет в окружении множества других, вступает с ними в разнообразные отношения, как с отрицательными, так и положительными для себя последствиями. Приспособленность членов биоценоза к совместной жизни выражается в определенном сходстве требований к важнейшим абиотическим условиям среды и закономерных отношениях друг с другом. Тесная взаимосвязь организмов друг с другом – это необходимое условие их питания и размножения, возможность защиты и смягчения неблагоприятных условий среды с одной стороны и опасность ущерба или даже непосредственная угроза жизни – с другой. Масштабы биотических группировок организмов различны от сообществ подушек лишайников и мхов на деревьях или на пнях до сообществ целых ландшафтов: лесов, степей, лугов и т.д. Под структурой биоценозов понимается: видовая структура или видовое разнообразие; пространственная структура, экологическая и функциональная структуры.

Основу возникновения, существования и устойчивости биоценозов представляют собой различные отношения организмов, их взаимодействия, обусловленные тесными взаимосвязями организмов со средой их обитания и природными ресурсами (биотопом). Трофические связи являются главными в биоценозе, они объединяют живущие вместе виды, поскольку каждый из них может обитать там, где имеются необходимые ему пищевые ресурсы. Любой вид не только приспособлен к определенным источникам питания, но и сам может

служить пищевым ресурсом для других. Пищевые взаимосвязи создают в природе трофическую сеть. Трофика, от греч. «trophe» – пища, питание, трофические связи (или цепи питания) возникают, когда один вид питается другим: либо живыми организмами, либо их мертвыми остатками, либо продуктами их жизнедеятельности – это взаимоотношения через которые происходит трансформация вещества и энергии в экосистеме.

Ряд видов или их групп, каждое предыдущее звено в котором служит пищей для следующего, образует **пищевую цепь**. К одному трофическому уровню относят виды, в равной степени удаленные в пищевой цепи от ее начала — продуцента или детритного субстрата. Пищевые цепи можно разделить на два основных типа: цепи выедания (**пастбищные**) и цепи разложения (**детритные**). Пастбищная цепь – это пищевая цепь, которая начинается с зеленого растения и идет далее к растительноядным животным и хищникам, поедающим их. В пастбищной пищевой цепи выделяются уровни: продуцентов, консументов 1-го (фитофагов), 2-го и более порядков (хищников). Детритная цепь– это пищевая цепь, которая начинается от мертвого органического вещества к микроорганизмам, а затем к детритофагам и их хищникам (Реймерс, 1990).

Пищевые цепи в экосистеме не изолированы одна от другой, а тесно переплетены между собой и образуют **пищевую или трофическую сеть**.

Исходным материалом для данной работы послужили результаты исследования трофической структуры лесной экосистемы – липняка снытево-пролесникового с дубом и агроэкосистемы– поля озимой ржи. Количество выявленных таксонов составило в липняке – 85, на поле озимой ржи – 77.

Порядок выполнения работы

1. Определить трофические уровни, занимаемые рассматриваемыми видами и заполнить таблицы. Составить 3 пастбищных пищевых цепочек и 3 детритных.

Приложение к заданию 10

Таблица 30

Пример пастбищной пищевой цепочки

	Источник энергии	Продуцент	Консумент 1	Консумент 2	Консумент 3	...	Редуцент
1	солнечная энергия, минер.в-ва	Липа	Заяц	Сарыч			Могильщик рыжий
2							
3							

Таблица 31

Пример детритной пищевой цепочки

	Источник энергии	Редуцент	Консумент 2	Консумент 3	Консумент 4	...
1	Трупы	Щелкуны	Лягушка остромордая	Ворона серая	Коршун	
2						
3						

2. Построить фрагменты пищевой сети, расположив виды в соответствии с их максимальным трофическим уровнем.

Таблица 32

Пищевые связи некоторых видов лесной экосистемы

Вид	Пищевой ресурс, источник энергии
Сарыч	Мыши, полевки, бурозубки, заяц, дрозды, лягушки, мертвоеды, костянки
Лисица	Заяц, мыши, полевки, ласка, дрозды, бурозубки, навозники, мертвоеды, гусеницы
Ястреб-перепелятник	Поползень, зяблик, дрозды
Бурозубка обыкновенная	Мыши, полевки, лягушки, муравьи, слизни, дождевые черви, костянка, кивсяки, листогрызы, крупные жуки, липа, береза
Ласка	Мыши, полевки
Ворона серая	Мыши, полевки, лягушки
Дрозд деряба	Рябина, береза, ландыш, клопы, листоеды, слоники, гусеницы
Дрозд певчий	Рябина, береза, ландыш, дождевые черви, моллюски, пауки, костянка, кивсяки, клопы, мертвоеды, щелкуны, листоеды, слоники, стафилины, гусеницы, муравьи
Поползень	Дуб, долгоносики, щелкуны, гусеницы, пауки, муравьи
Зяблик	Липа, дуб, береза, клен, лещина, черемуха, чистец, будра, шелкопряд
Мышь желтогорлая	Рябина, липа, дуб, клен, сныть, моллюски, пауки, другие насекомые
Полевка рыжая	Рябина, липа, дуб, клен, сныть, вяз, ландыш, хвощ, медуница, ку-

	пена, будра, слизни, пауки, мелкие насекомые
Лягушка остромордая	Пауки, гусеницы, моллюски, дождевые черви, стафилины, долгоносики, клопы, муравьи, костянка
Костянки (членистоногие)	Пауки, мелкие насекомые
Муравьи	Насекомые и их трупы
Пауки	Насекомые
Слизни (моллюски)	Листья растений
Моллюски	Сныть, пролесник, древесные породы
Шелкопряд	Дуб, береза, вяз, липа, бересклет, черемуха, рябина
Заяц-беляк	Береза, лещина, дуб, бересклет, клен, вяз, черемуха, рябина, сныть, др. рас.
Клопы	Древесные породы
Слоники (долгоносики)	Фитомасса (живые растения)
Лось	Рябина, липа, дуб, вяз, береза, клен, бересклет, черемуха, сныть, ландыш, купена
Щелкуны (жуки)	Дуб, корни древесных растений, личинки насекомых и трупы
Стафилины (жуки)	Навоз, растительные остатки, насекомые
Могильщик рыжий	Трупы животных
Кивсяк серый	Опад (опавшие листья)
Навозник (жуки)	навоз
Дождевые черви	Органические остатки
Черемуха обыкн.	Минеральные вещества, солнечная энергия
Бересклет бородавчатый	Минеральные вещества, солнечная энергия
Медуница неясная	Минеральные вещества, солнечная энергия
Звездчатка ланцетол.	Минеральные вещества, солнечная энергия
Дуб черешчатый	Минеральные вещества, солнечная энергия
Лещина обыкн.	Минеральные вещества, солнечная энергия
Сныть обыкн.	Минеральные вещества, солнечная энергия
Ландыш майский	Минеральные вещества, солнечная энергия
Купена многоцветковая	Минеральные вещества, солнечная энергия
Будра плющевидная	Минеральные вещества, солнечная энергия
Липа сердцевидная	Минеральные вещества, солнечная энергия
Вяз гладкий	Минеральные вещества, солнечная энергия
Рябина обыкн.	Минеральные вещества, солнечная энергия
Чистец лесной	Минеральные вещества, солнечная энергия

Таблица 33

Пищевые связи некоторых видов агроэкосистемы

Вид	Пищевой ресурс, источник энергии
Коршун	Мышь лесная, голубь сизый, серая ворона, сорока, жужелицы, коромысло голубое, саранчовые, лягушка остромордая, овсянка, конек, тритон
Ворона	Жужелицы, белянки, долгоносики, мышь лесная, рожь, щавелек, горец птичий, лягушка остромордая

Овсянка обыкн.	Рожь, щавелек, горец птичий, марь белая, осока пузырчатая, щетинник, саранчовые, цикады, клопы, жужелицы, златки, листоеды, слоники, щелкуны, белянки, перепончатокрылые, стафилины, пауки
Белая трясогузка	саранчовые, цикады, клопы, жужелицы, златки, листоеды, слоники, щелкуны, белянки, перепончатокрылые, стафилины, пауки
Скворец	Рожь, стрекозы, клопы, жужелицы, слоники, двукрылые, пауки
Конек	Цикады, клопы, жужелицы, златки, слоники, щелкуны, белянки, стафилины, пауки
Ктырь	Клопы, слоники, белянка капустная, растительные остатки
Тахина	Одиночные осы, клопы, саранчовые, пчелы, пыльца и нектар цветов
Пауки	Жуки и другие насекомые
Платизма черная (жужелица, жук)	Дождевые черви, личинки бабочек, слизни
Жужжало (двукрылые)	Саранчовые, тли
Оса одиночная	Саранчовые, цикадки
Слоники (долгоносики)	Фитомасса
Горлица	Марь белая, пикульник, щетинник, рожь, щавелек, горец птичий
Сизый голубь	Рожь
Лягушка остро-мордая	Пауки, жужелицы, гусеницы бабочек, дождевые черви, стафилины, цикады, муравьи, щелкуны, долгоносики, мухи настоящие, навозники, листоеды
Большая синица	Златки, листоеды, слоники, щелкуны, перепончатокрылые
Немка	Одиночные осы, пчелы
Щитник синий	Листоеды, гусеницы бабочек
Цикады	Сок растений
Златки	Фитомасса (живые растения)
Муха злаковая	Рожь, пырей, щетинник
Щитник-черепашка	Рожь, пырей, щетинник, лисохвост, осока пузырчатая
Слизень	Рожь и другие растения
Дождевые черви	Органические остатки
Тритон	Слизни, дождевые черви, личинки насекомых
Чесночница	Дождевые черви, слизни, пауки, жужелицы, щелкуны, щитник-черепашка
Белянка капустная	Редька дикая
Клоп ягодный	Рожь и другие растения
Клоп крестоцвет-	Редька дикая

ный	
Щелкуны	Корни, личинки насекомых, трупы
Вяхирь	Рожь, щетинник
Мухи настоящие	Растительные гниющие остатки
Рожь посевная	Минеральные вещества, солнечная энергия
Одуванчик ле- карств.	Минеральные вещества, солнечная энергия
Осока пузырчатая	Минеральные вещества, солнечная энергия
Лисохвост луговой	Минеральные вещества, солнечная энергия
Щавелек	Минеральные вещества, солнечная энергия
Подорожник большой	Минеральные вещества, солнечная энергия
Редька дикая	Минеральные вещества, солнечная энергия
Горец птичий	Минеральные вещества, солнечная энергия
Марь белая	Минеральные вещества, солнечная энергия
Щетинник зеле- ный	Минеральные вещества, солнечная энергия

Задание 11

АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ

Цель работы: сравнить продуктивность различных типов лесных экосистем.

Ю.Одум (1975г) определяет продуктивность экосистемы или сообщества как скорость, с которой лучистая энергия усваивается организмами-продуцентами (главным образом зелеными растениями) в процессе фотосинтеза и хемосинтеза, накапливаясь в форме органических веществ. В процессе производства органического вещества он выделяет четыре последовательных уровня-ступени:

1. Валовая первичная продуктивность – это общая скорость фотосинтеза, включая те органические вещества, которые за время измерений были израсходованы на дыхание продуцентов. Эту величину называют так же «валовым фотосинтезом» или «общей ассимиляцией».

2. Чистая первичная продуктивность – скорость накопления органического вещества в растительных тканях за вычетом того органического вещества, которое использовалось при дыхании растений за изучаемый период. Эту величину называют так же «наблюдаемым фотосинтезом» или «чистой ассимиляцией». На практике, чтобы оценить валовую продукцию, данные по дыханию складывают с данными, полученными при измерении «наблюдаемого фотосинтеза».

3. Чистая продуктивность сообщества – скорость накопления вещества, не потребленного гетеротрофами (т.е. чистая первичная продукция минус потребление гетеротрофами) за учетный период, обычно за вегетационный период или за год.

4. Скорость накопления энергии на уровнях консументов называют вторичной продуктивностью. Поскольку консументы лишь используют ранее созданные питательные вещества, часть из них расходуя на дыхание, а остальное превращая в собственные ткани, вторичную продуктивность не делят на «валовую» или «чистую». Общий поток энергии на гетеротрофном уровне, анало-

гичный валовой продукции в случае автотрофов, следует называть не «продукцией», а «ассимиляцией».

Во всех этих определениях термины «продуктивность» и выражение «скорость продуцирования» вполне взаимозаменяемы.

Исходным материалом для данной работы послужили результаты исследований на территории Волжско-Камского заповедника в 2012: кв. 57 - липняк кислично-осоково-снытевый, кв. 66 - липняк пролесниково-страусниково-снытевый с елью, кв. 83 - березняк страусниково-снытевый с липой и вязом

Порядок выполнения работы:

- 1) Используя данные таблицы 34 рассчитайте запасы древесины для каждого дерева по формуле:

$$v = \pi R^2 H$$

где:

v – запас древесины,

R – радиус дерева,

H – высота дерева.

- 2) Сравните запасы древесины каждого сообщества по ярусам и по видам деревьев. Постройте гистограммы. Сделайте выводы о том какой вид и какой ярус древостоя составляет наибольшую биомассу сообщества.
- 3) Используя данные таблицы 35, рассчитайте продуктивность напочвенного покрова по сообществам. Постройте гистограмму.
- 4) Проанализируйте данные по запасам древесины и напочвенному покрову разных сообществ и сделайте выводы.

Приложение к заданию 11

Таблица 34

Характеристика древостоя на участках ВКГПБЗ

66 квартал											
вид	ярус	высота, м	диа- метр, м	вид	ярус	вы- сота, м	диа- метр, м	вид	ярус	высо- та, м	диа- метр, м
ель	2	11	0.16	клен	3	4	0.04	лещина	3	4	0.1
вяз	3	6	0.1	клен	3	5	0.04	липа	3	5	0.06
вяз	2	13	0.17	клен	3	8	0.08	липа	1	25	0.34
вяз	3	2	0.07	рябина	3	5	0.06	липа	1	30	0.63
вяз	3	7	0.08	липа	1	30	0.52	липа	1	23	0.35
вяз	2	16	0.17	липа	1	30	0.51	липа	2	14	0.65
липа	1	28	0.51	липа	1	30	0.52	липа	3	5	0.06
клен	3	8	0.06	ель	2	21	0.28	ель	1	23	0.3
клен	2	10	0.08	лещина	3	4	0.05	липа	2	22	0.28
липа	1	27	0.5	клен	3	8	0.09	ель	1	23	0.28
липа	2	21	0.35	вяз	3	7	0.09	липа	1	29	0.51
вяз	2	13	0.19	липа	1	32	0.62	липа	2	21	0.73
вяз	3	6	0.08	вяз	3	7	0.09	липа	2	22	0.38
липа	1	35	0.76	лещина	3	8	0.11	вяз	2	21	0.28
клен	3	5	0.04	лещина	3	7	0.1	липа	1	30	0.61
вяз	3	5	0.05	лещина	3	3	0.04	липа	1	30	0.63
вяз	3	7	0.06	лещина	3	5	0.05	липа	3	6	0.05
клен	2	10	0.09	клен	3	3	0.06	липа	3	7	0.06
вяз	3	2	0.04	вяз	2	17	0.18	вяз	2	18	0.22
липа	1	30	0.7	липа	1	25	0.41	клен	2	12	0.12
вяз	2	14	0.19	вяз	2	10	0.11	клен	3	9	0.08
ель	2	15	0.23	липа	1	26	0.47	клен	3	6	0.08
вяз	2	21	0.29	вяз	2	18	0.19	лещина	3	4	0.06
вяз	2	15	0.16	ель	3	6	0.06	липа	1	30	0.55
вяз	2	11	0.14	вяз	2	19	0.26	липа	3	6	0.05
липа	1	25	0.43	липа	1	28	0.53	липа	3	7	0.05
клен	3	3	0.06	липа	1	23	0.32	липа	3	5	0.05
вяз	2	22	0.21	липа	2	22	0.3	липа	3	7	0.05
вяз	2	15	0.12	ель	2	16	0.19	клен	2	12	0.11
липа	2	22	0.35	Лещина	3	2	0.06	клен	3	8	0.07
ель	1	25	0.42	липа	1	29	0.51	вяз	3	5	0.05
вяз	3	4	0.06	липа	1	23	0.37	липа	3	5	0.08
вяз	3	6	0.14	липа	2	21	0.28	липа	1	30	0.53
липа	1	26	0.49	лещина	2	12	0.16	липа	3	5	0.04
вяз	3	7	0.12	клен	3	3	0.06	клен	3	5	0.05
вяз	2	14	0.14	липа	1	32	0.52	ель	1	25	0.25
вяз	2	12	0.13	ель	1	25	0.33	ель	2	16	0.22
липа	1	31	0.68	лещина	3	8	0.09	клен	3	8	0.06
Лещина	3	2.5	0.05	липа	1	32	0.52	липа	3	6	0.07
клен	3	7	0.07	липа	1	30	0.5	липа	1	30	0.65
липа	1	28	0.48	ель	1	30	0.38	липа	2	20	0.24
липа	1	28	0.51	ель	1	28	0.4	липа	1	30	0.59
вяз	3	8	0.12	ель	2	16	0.12	лещина	3	9	0.12
вяз	2	11	0.12	липа	1	27	0.45	клен	3	8	0.07
ель	2	18	0.17	клен	3	6	0.06	вяз	2	12	0.12

ель	2	16	0.16	ель	2	18	0.22	клен	3	7	0.05
вяз	2	16	0.13	ель	2	14	0.15	липа	1	28	0.49
липа	1	23	0.37	липа	1	27	0.46	лещина	3	8	0.11
липа	1	23	0.37	липа	1	25	0.36	клен	3	8	0.05
липа	1	28	0.64	клен	3	7	0.07	клен	3	7	0.05
Лещина	3	5	0.05	клен	3	7	0.08	лещина	3	7	0.07
клен	3	8	0.06	клен	3	8	0.08	липа	1	30	0.57
клен	2	10	0.08	рябина	3	8	0.08	липа	1	29	0.5
Лещина	3	8	0.07	вяз	3	5	0.07	клен	2	13	0.12
ель	1	28	0.25	ель	3	8	0.09	клен	2	12	0.12
клен	3	6	0.06	липа	3	6	0.05	лещина	3	9	0.06
Лещина	3	4	0.05	вяз	3	7	0.12	вяз	3	8	0.06
липа	1	29	0.45	ель	2	14	0.12	клен	3	9	0.07
клен	3	7	0.08	клен	3	6	0.06	вяз	3	6	0.1
клен	3	6	0.05	вяз	2	15	0.21	лещина	2	15	0.14
клен	3	8	0.08	липа	1	32	0.54	вяз	2	18	0.15
липа	2	21	0.27	липа	1	27	0.42	клен	3	7	0.06
клен	3	8	0.07	липа	3	7	0.08	клен	3	7	0.05
липа	1	23	0.42	ель	1	25	0.3	лещина	2	15	0.12
								ель	2	15	0.13
83 квартал											
вид	ярус	высота, м	диа- метр, м	вид	ярус	вы- сота, м	диа- метр, м	вид	ярус	вы- сота, м	диа- метр, м
вяз	2	20	0.139	береза	1	28	0.557	клен	3	15	0.1
клен	3	15	0.168	клен	3	15	0.11	клен	3	15	0.125
береза	1	29	0.761	клен	3	15	0.105	клен	3	15	0.12
липа	2	20	0.122	клен	3	15	0.115	дуб	1	25	0.38
вяз	2	20	0.129	клен	3	15	0.11	клен	3	15	0.15
вяз	2	20	0.13	береза	1	25	0.26	вяз	2	20	0.245
вяз	2	20	0.142	вяз	2	20	0.11	вяз	2	20	0.21
вяз	2	20	0.109	клен	3	15	0.1	клен	3	15	0.14
липа	2	20	0.3	вяз	2	20	0.14	вяз	2	20	0.32
липа	2	20	0.2	клен	3	15	0.11	вяз	2	20	0.505
липа	2	20	0.12	клен	3	15	0.1	клен	3	15	0.11
клен	3	15	0.18	береза	1	25	0.4	клен	3	15	0.14
липа	2	20	0.16	клен	3	15	0.13	вяз	2	20	0.3
липа	2	20	0.142	клен	3	15	0.1	клен	3	15	0.1
липа	2	20	0.145	ель	2	20	0.3	вяз	2	20	0.17
липа	2	20	0.13	вяз	2	20	0.16	клен	3	15	0.105
клен	3	15	0.143	береза	1	25	0.43	клен	3	15	0.105
клен	3	15	0.205	клен	3	15	0.11	клен	3	15	0.115
клен	3	15	0.155	береза	1	25	0.55	клен	3	15	0.11
лещина	3	15	0.215	клен	3	15	0.1	клен	3	15	0.13
липа	2	20	0.11	береза	1	25	0.37	ель	2	20	0.14
липа	2	20	0.165	береза	1	25	0.7	ель	2	20	0.2
липа	2	20	0.245	вяз	2	20	0.125	ель	2	20	0.155
лещина	3	15	0.11	клен	3	15	0.1	береза	1	29	0.7
вяз	2	20	0.146	клен	3	15	0.1	лещина	3	15	0.1
вяз	2	20	0.179	лещина	3	15	0.11	клен	3	15	0.135
вяз	2	20	0.135	клен	3	15	0.11	вяз	2	20	0.125
вяз	2	20	0.175	вяз	2	20	0.14	вяз	2	20	0.115
вяз	2	20	0.165	вяз	2	20	0.1	клен	3	15	0.115
вяз	2	20	0.1	клен	3	15	0.1	липа	2	20	0.135
вяз	2	20	0.14	вяз	2	20	0.165	липа	2	20	0.285

вяз	2	20	0.215	вяз	2	20	0.2	липа	2	20	0.145
вяз	2	20	0.115	вяз	2	20	0.149	лещина	3	15	0.105
вяз	2	20	0.12	вяз	2	20	0.16	липа	2	20	0.385
вяз	2	20	0.11	вяз	2	20	0.19	липа	2	20	0.31
вяз	2	20	0.235	вяз	2	20	0.18	липа	2	20	0.285
вяз	2	20	0.16	вяз	2	20	0.1	липа	2	20	0.365
клен	3	15	0.15	береза	1	25	0.49	клен	3	15	0.115
вяз	2	20	0.13	береза	1	25	0.47	клен	3	15	0.11
вяз	2	20	0.14	клен	3	15	0.13	липа	2	20	0.325
вяз	2	20	0.11	вяз	2	20	0.17	липа	2	20	0.33
клен	3	15	0.11	вяз	2	20	0.15	клен	3	15	0.115
сосна	1	25	0.385	вяз	2	20	0.165	клен	3	15	0.13
вяз	2	20	0.18	клен	3	15	0.16	липа	2	20	0.245
вяз	2	20	0.115	клен	3	15	0.1	клен	3	15	0.165
береза	1	25	0.45	клен	3	15	0.12	клен	3	15	0.115
клен	3	15	0.12	клен	3	15	0.12	береза	1	25	0.26
вяз	2	20	0.13	клен	3	15	0.11	клен	3	15	0.155
вяз	2	20	0.175	береза	1	25	0.405	липа	2	20	0.23
клен	3	15	0.11	липа	2	20	0.21	липа	2	20	0.24
клен	3	15	0.125	липа	2	20	0.25	липа	2	20	0.225
вяз	2	20	0.1	липа	2	20	0.25	липа	2	20	0.22
вяз	2	20	0.11	клен	3	15	0.705	клен	3	15	0.11
клен	3	15	0.12	клен	3	15	0.1	клен	3	15	0.125
береза	1	25	0.315	береза	1	25	0.5				

57 квартал

вид	ярус	высота, м	диа- метр, м	вид	ярус	высо- та, м	диа- метр, м	вид	ярус	высо- та, м	диа- метр, м
липа	3	10	11	сосна	1	48	35	липа	3	20	12
липа	2	21	16	липа	3	12	12	клен	3	17	12
липа	2	15	14	липа	3	19	12	липа	3	17	12
клен	2	26	15	клен	2	17	18	липа	3	16	12
клен	2	16	15	липа	2	21	18	липа	2	25	18
липа	3	13	10	клен	3	10	12	липа	2	20	18
клен	3	15	10	липа	3	10	12	липа	2	23	18
липа	2	18	15	клен	2	26	18	клен	3	18	12
липа	3	11	10	липа	3	12	12	липа	2	38	18
липа	2	26	15	липа	2	15	18	липа	3	14	12
липа	2	23	15	липа	2	16	18	вяз	2	24	18
липа	3	11	10	липа	3	12	12	липа	3	19	12
липа	2	13	16	липа	2	14	18	липа	2	23	18
липа	2	24	16	липа	3	15	12	липа	3	16	12
липа	2	18	16	липа	3	14	12	липа	3	13	12
вяз	2	20	18	липа	2	20	18	липа	3	16	12
липа	2	16	18	липа	2	17	18	липа	3	16	12
липа	3	15	12	липа	2	12	18	липа	2	29	18
вяз	2	22	15	клен	2	17	18	липа	2	22	18
липа	2	26	15	липа	2	17	18	клен	2	23	18
липа	2	24	15	липа	2	17	18	липа	2	18	18
липа	2	19	15	липа	3	12	12	липа	2	25	18
липа	3	13	10	липа	3	13	12	липа	2	25	18
липа	3	16	10	липа	3	12	12	липа	3	18	12
вяз	2	22	10	липа	3	12	12	липа	2	22	18
вяз	3	14	12	липа	3	11	12	липа	2	22	18
клен	2	25	17	липа	3	10	12	липа	3	12	12

липа	2	13	17	липа	2	23	18	клен	2	27	18
липа	2	26	17	липа	3	14	12	липа	2	19	18
клен	2	15	17	липа	3	14	12	липа	2	32	18
клен	2	17	17	липа	2	21	18	липа	3	15	12
клен	3	12	11	вяз	2	47	18	липа	3	17	12
клен	3	15	11	липа	3	10	12	липа	3	15	12
липа	2	30	16	липа	3	11	12	липа	3	20	12
клен	2	16	16	липа	3	12	12	липа	3	23	12
рябина	3	15	10	липа	3	14	12	липа	3	22	12
липа	3	10	10	липа	2	22	18	липа	2	28	18
клен	2	20	15	липа	2	18	18	липа	3	15	12
липа	2	18	15	липа	3	11	12	липа	3	16	12
клен	2	17	15	клен	3	11	12	липа	2	25	18
клен	2	21	15	клен	3	14	12	липа	2	29	18
клен	3	11	11	липа	2	13	18	липа	3	21	12
липа	2	18	18	липа	2	18	18	липа	3	17	12
сосна	1	52	33	липа	3	15	12	липа	3	22	12
липа	3	14	12	липа	3	12	12	клен	3	12	12
липа	3	14	10	липа	3	15	12	липа	2	23	18
липа	2	15	18	липа	3	12	12	липа	2	36	18
липа	2	19	18	липа	2	23	18	липа	2	32	18
клен	2	17	18	клен	3	12	12	липа	2	22	18
сосна	1	89	35	липа	2	29	18	ель	2	22	25
липа	2	16	18	липа	2	34	18	липа	3	14	12
вяз	2	30	18	липа	2	18	18	липа	3	18	12
клен	3	13	10	липа	3	18	12	липа	3	17	12
липа	3	11	10	липа	3	13	12	липа	3	16	12
липа	3	14	10	липа	3	13	12	вяз	2	28	19
липа	3	16	10	липа	3	16	12	липа	3	14	12
липа	2	15	18	липа	2	28	18	липа	3	30	12
липа	3	15	12	липа	2	17	18	липа	3	14	12
липа	3	13	12	липа	2	17	18	клен	3	20	12
липа	3	15	12	липа	3	12	12	клен	3	14	12
клен	3	15	12	липа	2	20	18	липа	3	12	12
липа	2	15	18	вяз	2	16	18	клен	3	26	12
липа	2	18	18	клен	2	19	18	липа	3	16	12
липа	2	16	18	липа	2	17	18	липа	3	24	12
клен	2	14	18	липа	3	13	12	липа	3	17	12
липа	3	10	10	вяз	2	18	18	липа	3	21	12
липа	3	11	10	липа	2	24	18	липа	3	28	12
липа	2	16	16	липа	2	24	18	липа	2	20	20
липа	2	15	16	липа	3	24	16	липа	3	29	12
липа	3	13	10	липа	3	11	12	липа	3	29	12
липа	2	21	18	липа	2	21	18	ель	1	54	26
клен	3	13	10	липа	2	27	18	липа	3	18	12
клен	3	11	10	клен	2	24	18	липа	3	15	12
липа	2	17	18	липа	2	22	18	липа	3	25	12
липа	3	15	10	клен	3	16	12	липа	3	21	12
клен	2	16	17	липа	3	13	12	липа	2	23	20
клен	3	16	10	липа	2	31	18	липа	2	29	18
липа	2	24	20	липа	3	12	12	липа	3	14	12
клен	2	12	16	липа	3	13	12	липа	3	22	12
липа	3	14	12	липа	2	20	18	липа	3	16	12
клен	3	14	12	липа	3	12	12	липа	3	18	12
клен	2	16	18	липа	2	29	18	липа	3	18	12
липа	3	13	12	липа	3	12	12	липа	2	26	18
липа	2	18	17	липа	2	23	18	липа	2	31	18
липа	3	14	12	липа	2	19	18	липа	3	15	12

липа	3	12	12	липа	3	16	12	липа	3	19	12
липа	2	19	17	вяз	3	16	12	липа	3	14	12
клен	2	15	17	липа	2	33	18	липа	3	17	12
клен	2	23	17	липа	2	20	18	липа	3	13	12
клен	2	15	17	липа	3	12	12	ель	1	65	27
липа	2	23	17	липа	3	14	12	липа	3	16	12
клен	2	18	17	береза	2	33	18	липа	2	26	20
клен	2	18	17	липа	2	27	18	липа	3	14	12
клен	3	11	12	клен	3	17	12	липа	3	15	12
липа	3	11	12	липа	3	13	12	липа	3	15	12
клен	3	10	12	липа	3	15	12	липа	1	39	28
клен	3	15	12	клен	3	18	12	ель	2	35	22
клен	3	11	12	липа	3	22	12	липа	2	25	20
клен	3	15	12	липа	2	30	18	липа	3	15	12
береза	2	17	24	липа	3	15	12	липа	3	20	12
								липа	2	29	19

Таблица 35

Биомасса напочвенного покрова, кг/га (сырая масса)

	57 кв	66 кв	83 кв.
бор развесистый	14.75	17.75	10.25
адокса мускусная	3.5	2.5	0
борец обыкновенный	31.75	96.75	24.5
будра плющевидная	139.25	114.25	30.5
вороний глаз четырехлистный	13	8.75	0
звездчатка ланцетолистная	15.25	0	13.5
кислица обыкновенная	4	0	0
копытень европейский	46.75	0.75	155.75
крапива двудомная	2.5	76.25	5.5
купена лекарственная	0	24.75	0
ландыш майский	3	0	0
лютик кашубский	41.5	0.5	2
медуница неясная	38.5	38.75	44.75
мокрица	1	0	0
осока sp	241.5	0	0.5
пролесник многолетний	152.25	137.5	206.5
сныть обыкновенная	43.5	476	2111.75
звездчатка дубравная	0	0	274.5
хвощ луговой	127.75	24	16.75
чистотел большой	27.75	0.25	3.25
щитовник мужской	140.5	103.75	38.75
яснотка крапчатая	56.25	38.75	54.5
страусник обыкновенный	0	378.75	298.75
подмаренник sp	0	22	0
ежевика	0	2	0

Задание 12

АНАЛИЗ СЕЗОННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ (ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОКАЗАТЕЛЯ SPAD)

Цель работы: на основании данных о содержании хлорофилла сравнить изменение продуктивности различных растений в течение вегетационного периода (таблица)

Содержание хлорофилла определялось с помощью измерителя уровня хлорофилла SPAD-502.. Содержание хлорофилла напрямую связано с валовой первичной продуктивностью.

Структурная схема измерителя уровня хлорофилла SPAD 502 Plus

Осветительная система состоит из двух светодиодов: красного и инфракрасного свечения. Свет, прошедший через образец листа попадает на фотоприемник, преобразующий пропущенный образцом свет в эквивалентный электрический сигнал. Аналоговый сигнал усиливается и преобразуется в цифровой код. Встроенный микропроцессор рассчитывает измеренное содержание хлорофилла, которое отображается на ЖК-дисплее и автоматически сохраняется в памяти прибора.

Пики поглощения энергии приходятся на синий (хлорофилл и каротин) и красный (только хлорофилл) участки спектра, минимум поглощения наблюдается на зеленом участке, и практически полностью отсутствует поглощение инфракрасного излучения. В соответствии с этим, SPAD 502 Plus измеряет пропускание в двух участках спектра: красном, где пик поглощения вызван только хлорофиллом и в инфракрасном, где поглощение практически отсутствует.

Исходным материалом для данной работы послужили результаты исследований на территории Волжско-Камского заповедника в 2013г. Для каждой указанной в таблице даты, приведено среднее арифметическое значение SPAD по виду (таблица 36).

Порядок выполнения работы:

1. Построить гистограммы, отражающие сезонное изменение показателя SPAD и сделать выводы о том, когда растения обладают максимальной продуктивностью.
2. Сравнить продуктивность различных растений.
3. Проверить распределения продуктивности видов на нормальность с помощью критерия χ^2 . Сделать выводы.

Рассчитать теоретически ожидаемое распределение хлорофилла по видам (y) при нормальном распределении.

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

где:

e - основание натурального логарифма,

σ - среднеквадратичное отклонение

σ^2 - дисперсия

\bar{x} - среднее арифметическое

Рассчитать критерий χ^2 по формуле:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - y_i')^2}{y_i'}$$

По таблице стандартных значений χ^2 определить χ_{ST}^2 . Если $\chi^2 < \chi_{ST}^2$, то эмпирическое распределение незначительно отличается от теоретически ожидаемого, рассчитанного по закону нормального распределения Гаусса, то продуктивность изменяется нормально в течение сезона. Если $\chi^2 > \chi_{ST}^2$, то эмпирическое распределение значительно отличается от теоретически ожидаемого.

Приложение к заданию 12

Таблица 36

Данные содержания хлорофилла (по единицам SPAD)

дата	Вяз	Пролесник	Сныть	Клен	Копытень	Липа	Крапива	Ландыш	Черника	Чистотел
10.05.2013	25.50	26.19	-	-	-	-	-	-	-	-
25.05.2013	33.14	32.59	32.78	25.88	40.10	22.04	26.68	26.57	19.99	-
09.06.2013	34.47	35.94	36.68	35.15	44.33	30.22	29.18	34.67	25.68	36.43
23.06.2013	40.96	34.81	37.25	39.07	43.30	33.95	27.13	38.95	28.28	35.92
11.07.2013	39.53	35.74	38.82	39.01	47.46	33.79	30.00	39.80	28.80	36.98
19.07.2013	-	-	-	-	-	-	-	40.07	28.67	36.08
20.07.2013	-	-	-	-	-	-	-	37.37	-	33.44
26.07.2013	38.75	37.36	40.72	40.80	-	36.95	-	-	-	-
30.07.2013	-	37.98	36.48	36.99	-	34.56	-	-	-	-
31.07.2013	40.10	34.76	38.44	39.09	44.37	-	-	-	-	-
02.08.2013	37.20	34.80	36.20	36.50	47.16	-	-	40.63	32.13	36.89
03.08.2013	36.21	36.28	38.49	40.10	46.51	-	-	-	-	-
09.08.2013	39.20	35.19	38.64	38.60	47.55	33.13	31.81	35.68	27.88	27.75
25.08.2013	40.12	36.92	41.26	36.83	48.70	-	31.64	-	30.67	-
27.08.2013	-	-	-	-	-	-	-	35.12	-	31.44
10.09.2013	36.33	34.26	39.47	34.84	46.26	35.71	29.49	35.40	29.74	33.56
26.09.2013	34.77	34.52	37.89	26.64	45.83	-	28.66	25.06	28.02	31.23
10.10.2013	-	29.23	35.62	-	40.99	-	25.39	-	23.57	31.17

Задание 13

ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ. РЕКРЕАЦИОННАЯ ДИГРЕССИЯ НА ПРИМЕРЕ СОСНЯКОВ ЗЕЛЕНОМОШНЫХ

Цель работы: анализ сукцессионных изменений видового состава растений, происходящих в результате рекреационного воздействия.

Сукцессия (от латинского *successio* - преемственность) — смена одного сообщества другим в результате действия внешних (экзогенные сукцессии) и внутренних факторов (эндогенные сукцессии).

Рекреационное воздействие является одним из основных факторов изменения состояния пригородных лесов, приводящих их к экзогенным дигрессивным сукцессиям. В результате рекреационной нагрузки происходит уплотнение почвы и нарушение растительного покрова. С ростом рекреационной нагрузки увеличивается площадь дорожно-тропиночной сети, формируется куртинно-полянный комплекс, лес приобретает парковый вид. Наблюдающееся усиление мозаичности сообществ обусловлено не столько сочетанием природных факторов, сколько различной интенсивностью рекреационного воздействия.

Изменение условий обитания приводит к изменению состава сообщества. Изменяются видовое разнообразие по ярусам, соотношение видов по эколого-ценотическим группам. Количество лесных видов (бореальных, бореально-неморальных и неморальных) уменьшается, а луговых и рудеральных увеличивается.

Исходным материалом для данной работы послужили флористические списки площадок, заложенных в лесопарке "Лебяжье" и подверженных различным рекреационным нагрузкам (таблица 39). Изменения на участках, подвергающихся различной интенсивности рекреационного воздействия, являются наглядной иллюстрацией сукцессионных стадий рекреационной дигрессии лесных экосистем.

Порядок выполнения работы

1. Провести анализ изменения видового разнообразия сосудистых растений рекреационных сообществ по ярусам. Результаты представить в виде таб-

лицы 37:

Количество видов растений по ярусам на площадках с различной степенью рекреационного воздействия

Таблица 37

Анализ изменения видового разнообразия

№ площадки	Древостой	Подрост	Подлесок	Травостой	Всего

2. Провести анализ по эколого-ценотическим группам. Результаты представить в виде таблицы 38:

Количество (числитель) и доля (знаменатель) видов растений по эколого-ценотическим группам на площадках с различной степенью рекреационного воздействия

Таблица 38

Анализ по эколого-ценотическим группам

№ площадки	Бор.	Бор.-нем.	Нем.	Лесо-луг.	Луг.	Степн.	Руд.

3. Сделать выводы об изменениях видового состава по мере усиления рекреационного воздействия.

Приложение к заданию 13

Таблица 39

Встречаемость видов растений на пробных площадках

Название вида	ЭЦГ*	Слабое**			Среднее**			Сильное**		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Древостой										
Береза повислая	бор./нем.	+		+	+	+		+	+	+
Сосна обыкновенная	бор.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Подлесок										
Бересклет бородавчатый	нем.	+	+		+	+				
Вяз гладкий	нем.					+				
Крушина ломкая	нем.	+	+	+		+				
Лещина обыкновенная	нем.					+				
Можжевельник обыкновенный	бор.	+	+	+	+	+				
Осина	бор./нем.	+	+		+					
Ракитник русский	степ.	+	+	+	+	+				
Рябина обыкновенная	бор./нем.				+	+				
Черемуха обыкновенная	бор./нем.					+				
Подрост										
Береза повислая	бор./нем.	+		+		+				
Ель обыкновенная	бор.		+							
Сосна обыкновенная	бор.		+		+	+				
Травостой										
Бедренец-камнеломка	луг.	+	+	+	+	+		+	+	+
Брусника	бор.	+	+	+	+	+				
Будра плющевидная	луг.				+	+	+		+	
Василек Маршалла	степ.	+	+							
Вейник наземный	луг.					+	+		+	+
Вейник тростниковидный	бор.	+	+	+	+	+			+	
Вербейник монетчатый	луг.					+				
Вероника дубравная	луг.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Вероника колосистая	степ.	+	+			+	+			
Вероника лекарственная	луг.			+	+	+	+		+	+
Вьюнок полевой	руд.								+	
Герань луговая	луг.				+	+				

Название вида	ЭЦГ*	Слабое**			Среднее**			Сильное**		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горец птичий	руд.					+		+		
Горошек заборный	луг.					+				
Гравилат городской	руд.					+			+	
Грушанка круглолистная	бор.			+						
Дрок красильный	степ.	+	+	+	+	+				
Душистый колосок обыкновенный	луг.				+	+				
Ежа сборная	луг.					+		+	+	+
Звездчатка злаковидная	луг.	+				+				
Звездчатка средняя	руд.				+	+				
Зверобой продырявленный	луг.	+	+				+			
Земляника лесная	лесо- луг.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Зимолюбка зонтичная	бор.		+	+						
Змееголовник Рюйша	лесо- луг.	+				+				
Золотая розга	бор.	+	+	+	+	+				
Икотник серо-зеленый	руд.						+	+		
Келерия сизая	степ.	+								
Клевер ползучий	луг.				+					
Клевер средний	луг.			+	+	+		+		+
Копытень европейский	нем.				+	+				
Короставник полевой	луг.		+	+	+	+			+	+
Коротконожка перистая	лесо- луг.			+	+	+			+	
Костер безостый	луг.							+		
Костяника	бор.	+	+	+	+	+				
Кошачья лапка двудомная	лесо- луг.	+	+	+	+	+				
Кульбаба осенняя	луг.		+							
Купена лекарственная	лесо- луг.	+		+	+	+				
Ландыш майский	бор./ нем.	+	+	+	+	+		+		+
Лапчатка Гольдбаха	луг.			+			+			
Лапчатка гусиная	руд.							+		
Лапчатка серебристая	руд.							+		+
Льнянка обыкновенная	руд.					+		+		

Название вида	ЭЦГ*	Слабое**			Среднее**			Сильное**		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Майник двулистный	бор.			+	+	+				
Малина обыкновенная	руд.				+	+	+			
Манжетка	луг.				+					
Марь белая	руд.					+	+	+		+
Марьянник луговой	бор.	+	+	+	+	+		+		
Молиния голубая	лесо- луг.			+						
Мята полевая	руд.				+					
Мятлик обыкновенный	луг.		+			+		+	+	+
Мятлик однолетний	руд.				+					
Мятлик узколистый	степ.			+	+	+	+	+	+	+
Нивяник обыкновенный	луг.					+				
Овсяница овечья	луг.					+				
Одуванчик лекарственный	луг.			+	+	+	+	+	+	+
Ожика волосистая	бор.	+			+	+		+	+	+
Орляк обыкновенный	лесо- луг.			+		+				
Осока верещатниковая	бор.		+	+	+	+			+	
Осока корневищная	бор.	+					+			
Очиток пурпуровый	степ.		+							
Перловник поникший	бор./ нем.			+	+	+			+	+
Подмаренник мягкий	луг.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Подмаренник северный	лесо- луг.		+	+		+				
Подорожник большой	руд.			+	+	+			+	
Подорожник ланцетолистный	луг.				+					
Подорожник средний	луг.					+				
Полевица тонкая	луг.		+	+	+	+	+	+	+	+
Прострел раскрытый	степ.	+	+	+	+	+				
Рамишия однобокая	бор.	+	+	+	+					
Редька дикая	руд.					+				
Смолевка поникшая	луг.	+	+				+			
Смолка обыкновенная	луг.	+	+		+		+		+	+
Сныть обыкновенная	нем.					+				
Тимофеевка луговая	луг.	+								

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТАБЛИЦЫ

Таблица 40

Стандартные значения критерия Стьюдента (t)

V	B0=0,90	B1=0,95	B2=0,99	V	B0=0,90	B1=0,95	B2=0,99
1	6,3	12,7	63,7	13	1,8	2,2	3,0
2	2,9	4,3	9,9	14-15	1,8	2,1	3,0
3	2,4	3,2	5,8	16-17	1,7	2,1	2,9
4	2,1	2,8	4,6	18-20	1,7	2,1	2,9
5	2,0	2,6	4,0	21-24	1,7	2,1	2,8
6	1,9	2,4	3,7	25-28	1,7	2,1	2,8
7	1,9	2,4	3,5	29-30	1,7	2,0	2,8
8	1,9	2,3	3,4	31-34	1,7	2,0	2,7
9	1,8	2,3	3,3	35-42	1,7	2,0	2,7
10	1,8	2,2	3,2	43-62	1,7	2,0	2,7
11	1,8	2,2	3,1	63-175	1,6	2,0	2,6
12	1,8	2,2	3,1	176- ∞	1,6	2,0	2,6

Таблица 41

Стандартные значения критерия χ^2

V	$\chi^2_{0,1}$	$\chi^2_{0,05}$	V	$\chi^2_{0,01}$	$\chi^2_{0,001}$	V	$\chi^2_{0,01}$	$\chi^2_{0,001}$
1	3,8	6,6	17	27,6	33,4	38	53,4	61,1
2	6,0	9,2	18	28,9	34,8	40	55,8	63,7
3	7,8	11,3	19	30,1	36,2	42	58,1	66,2
4	9,5	13,3	20	31,4	37,6	44	60,5	68,7
5	11,1	15,1	21	32,7	38,9	46	62,8	71,2
6	12,6	16,8	22	33,9	40,3	48	65,2	73,7
7	14,1	18,5	23	35,2	41,6	50	67,5	76,2
8	15,5	20,1	24	36,4	43,0	55	73,3	82,3
9	16,9	21,7	26	38,9	45,6	60	79,1	88,4
10	18,3	23,2	27	40,1	47,0	65	84,8	94,4
11	19,7	24,7	28	41,3	48,3	70	90,5	100,4
12	21,0	26,2	29	42,6	49,6	75	96,2	106,4
13	22,4	27,7	30	43,8	50,9	80	101,9	112,3
14	23,7	29,1	32	46,2	53,5	85	107,5	118,2
15	25,0	30,6	34	48,6	56,0	90	113,1	124,1
16	26,3	32,0	36	51,0	58,6	95	118,7	130,0
						100	124,3	135,8

Учебное издание

Рогова Татьяна Владимировна
Шафигуллина Надия Рустэмовна
Зиятдинова Зульфия Фаритовна

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

Подписано в печать
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Формат 60х84 1/16. Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. .
Тираж экз. Заказ

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии Издательства Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нухина, 1/37
тел. (843) 233-73-59, 233-73-28